



TESIS - PM 147501

**SISTEM PERINGATAN DINI PENCAPAIAN
PENDAPATAN ASLI DAERAH PADA DINAS
PENDAPATAN PROVINSI JAWA TIMUR**

NURVAN INDRA PRAJA

NRP. 9113205410

DOSEN PEMBIMBING

Prof. Ir. Joko Lianto Buliali, M.Sc, Ph.D

PROGRAM MAGISTER MANAJEMEN TEKNOLOGI
BIDANG KEAHLIAN MANAJEMEN TEKNOLOGI INFORMASI
PROGRAM PASCA SARJANA
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA
2016

LEMBAR PENGESAHAN

Tesis Disusun Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat Memperoleh Gelar
Magister Manajemen Teknologi (M.MT)

di

Institut Teknologi Sepuluh Nopember

oleh:

NURVAN INDRA PRAJA

NRP. 9113205410

Tanggal Ujian : Senin, 27 Juni 2016

Periode Wisuda : September 2016

Disetujui oleh:

1. **Prof. Ir. Joko Lianto Buliali, M.Sc., Ph.D**
NIP: 196707271992031002

(Pembimbing)

2. **Dr. Techn. Ir. R.V. Hari Ginardi, M.Sc**
NIP: 196505181992031003

(Penguji)

3. **Erma Suryani, S.T., M.T., Ph.D**
NIP: 197004272005012001

(Penguji)

Direktur Program Pascasarjana



Prof. Ir. Djauhar Manfaat, M.Sc, Ph.D
NIP. 196012021987011001

SISTEM PERINGATAN DINI PENCAPAIAN PENDAPATAN ASLI DAERAH PADA DINAS PENDAPATAN PROVINSI JAWA TIMUR

Nama mahasiswa : Nurvan Indra Praja
NRP : 9113205410
Pembimbing : Prof. Ir. Joko Lianto Buliali, M.Sc, Ph.D

ABSTRAK

Pendapatan Asli Daerah (PAD) yang diperoleh Dinas Pendapatan Provinsi Jawa Timur (Dipenda Jatim) memiliki kontribusi yang besar terhadap PAD secara keseluruhan di Jawa Timur. Kontrol terhadap PAD merupakan hal yang penting untuk dilakukan oleh pimpinan di Dipenda Jatim. Kontrol dilakukan agar penerimaan yang dicapai dapat sesuai dengan target yang ditetapkan. Penelitian ini bertujuan untuk membangun sistem peringatan dini. Sistem peringatan dini akan memprediksi kondisi PAD pada akhir tahun anggaran. Sistem peringatan dini akan menghasilkan tiga indikator, yaitu: tercapai, waspada dan tidak tercapai.

Ada lima metode yang digunakan untuk memprediksi data PAD yang berupa data deret waktu, yaitu: metode rata-rata, *Single Exponential Smoothing*, *Trend Analysis*, *Winter Additive*, dan *Feed Forward Neural Network (FFNN)*. Perhitungan dilakukan dengan membandingkan nilai kesalahan diantara metode-metode tersebut. Berdasarkan hasil perhitungan didapatkan bahwa setiap jenis penerimaan memiliki metode yang berbeda-beda dilihat dari nilai nilai kesalahan yang paling kecil. Uji coba dilakukan terhadap metode prediksi yang dipilih. Hasil uji coba menunjukkan bahwa kondisi prediksi yang sangat mewakili kondisi sebenarnya adalah hasil prediksi untuk jangka waktu prediksi 9 bulan dan 3 bulan terakhir. Hasil uji coba menunjukkan selisih persentase prediksi terhadap realisasi sebesar 2.03% dan 1.24% untuk data penerimaan tahun 2015.

Metode-metode ini kemudian diterapkan di dalam sistem peringatan dini yang dibangun dengan model *Prototyping*. Proses peninjauan *prototype* oleh pengguna dan perbaikan *prototype* berdasarkan hasil tinjauan dari pengguna akan berjalan secara rekursif sampai tidak ada tinjauan dari pengguna kembali. Hasil uji coba sistem menunjukkan bahwa sistem berhasil dibangun sesuai dengan kebutuhan dari pengguna.

Kata kunci : sistem peringatan dini, prediksi, analisis deret waktu.

EARLY WARNING SYSTEM ON ACHIEVEMENTS OF LOCALLY GENERATED REVENUE ON THE DEPARTMENT OF REVENUE IN EAST JAVA

Student Name : Nurvan Indra Praja
Student Number : 9113205410
Supervisor : Prof. Ir. Joko Lianto Buliali, M.Sc, Ph.D

ABSTRACT

Local Revenue (PAD), obtained by Department of Revenue East Java Province (Dipenda Jatim), has a great contribution to the overall PAD in East Java. Control to the PAD is an important thing to be done by the leaders in Dipenda Jatim. It is done so that reception could met the defined target. This study aims to develop an early warning system. The system will predict the condition of PAD at the end of fiscal year. The system will produce three indicators, namely: Achieved, Alert, and Not Achieved.

There are five methods utilized to predict PAD data in the form of time series, namely: average method, Single Exponential Smoothing, Trend Analysis, Winter Additive, and Feed Forward Neural Network (FFNN). Calculation is done through comparing the value of error between those methods. Based on the calculation result it's found that each type of reception has different methods which seen from the smallest error value. Trial is done to the chosen prediction methods. The trial result indicates that the prediction condition which mostly represents the actual condition is prediction result for the period of prediction from the last 9 and 3 months. The trial indicates that the percentage differences between predictions to realization are in amount of 2.03% and 1.24% for reception year 2015.

These methods are applied into the early warning system which developed with Prototyping model. The prototype review process will be done by user and the prototype improvement process, based on the user's review result, will run recursively until there is no further review from users. The trial results show that the system successfully built according to user's requirement.

Keywords : early warning system, forecasting, time series analysis

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	
ABSTRAK	i
ABSTRACT	iii
KATA PENGANTAR	v
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR TABEL	xiii
BAB 1	1
PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.	2
1.3 Batasan Masalah.....	3
1.4 Tujuan Penelitian.....	3
1.5 Manfaat Penelitian.....	4
BAB 2	5
KAJIAN PUSTAKA DAN DASAR TEORI.....	5
2.1 Pendapatan Daerah	5
2.2 Pendapatan Asli Daerah	6
2.3 Pajak Daerah.....	7
2.4 Retribusi Daerah.....	8
2.5 PAD Pada Dinas Pendapatan Provinsi Jawa Timur	9
2.6 Metode <i>Forecasting</i>	11
2.7 Analisis Data <i>Time Series</i>	12
2.8 Metode Analisis Data <i>Time Series</i>	14
2.8.1 Rata-Rata Sederhana (<i>Simple Average</i>).....	15
2.8.2 <i>Trend Analysis</i>	16
2.8.2.1 <i>Linier</i>	16
2.8.2.2 <i>Quadratic</i>	17
2.8.2.3 Exponential Growth.....	18
2.8.2.4 S-Curve.....	18

2.8.3	Dekomposisi	19
2.8.4	Pemulusan (<i>Smoothing</i>)	20
2.8.5	Holt-Winter.....	21
2.8.6	ARIMA (<i>Autoregressive Integrated Moving Average</i>)	22
2.8.7	<i>Feed Forward Neural Network</i> (FFNN).....	25
2.9	Model Pengembangan Perangkat Lunak	26
2.10	<i>Prototyping</i>	32
2.12	Aplikasi <i>Mobile</i>	35
2.13	Aplikasi Android	36
BAB 3		39
METODOLOGI PENELITIAN		39
3.1	Perumusan Masalah dan Tujuan Penelitian	41
3.2	Menentukan Beberapa Metode Prediksi	41
3.3	Membandingkan dan Memilih Metode Prediksi Berdasarkan Nilai Kesalahan Terkecil	41
3.4	Membuat Desain Tampilan <i>Prototype</i>	42
3.5	Membangun <i>Prototype</i>	42
3.6	<i>Review Prototype</i> Oleh Pengguna.....	42
3.7	Analisis Kebutuhan Pengguna	42
3.8	Membangun Sistem	42
3.9	Menyusun Kesimpulan Penelitian	43
BAB 4		45
HASIL DAN PEMBAHASAN		45
4.1	Penentuan Metode Prediksi	45
4.1.1	Karakteristik Data PAD	45
4.1.2	Pemilihan Data Prediksi.....	48
4.1.3	Analisis Data Menggunakan ARIMA.....	48
4.1.4	Pajak Kendaraan Bermotor (PKB)	53
4.1.4.1	Karakteristik Data PKB	53
4.1.4.2	Perhitungan Prediksi Menggunakan Rata-rata.....	56
4.1.4.3	Perhitungan Prediksi Menggunakan Single Exponential Smoothing	60
4.1.4.4	Perhitungan Prediksi Menggunakan Trend Analysis.....	63
4.1.4.5	Perhitungan Prediksi Menggunakan Winter Additive	66
4.1.4.6	Perhitungan Prediksi Menggunakan FFNN	69

4.1.4.7	Perbandingan Nilai kesalahan Metode Prediksi	74
4.1.5	Bea Balik Nama Kendaraan Bermotor (BBNKB).....	77
4.1.5.1	Karakteristik Data BBNKB	78
4.1.5.2	Perhitungan Prediksi Menggunakan Rata-Rata	79
4.1.5.3	Perhitungan Prediksi Menggunakan Single Exponential Smoothing	80
4.1.5.4	Perhitungan Prediksi Menggunakan Trend Analysis	81
4.1.5.5	Perhitungan Prediksi Menggunakan Winter Additive	83
4.1.5.6	Perhitungan Prediksi Menggunakan FFNN.....	84
4.1.5.7	Perbandingan Nilai kesalahan Metode Prediksi	86
4.1.6	Pajak Bahan Bakar Kendaraan Bermotor (PBBKB)	87
4.1.6.1	Karakteristik Data PBBKB.....	87
4.1.6.2	Perbandingan Nilai Kesalahan Metode Prediksi	88
4.1.7	Pajak Air Permukaan (PAP)	89
4.1.7.1	Karakteristik Data PAP	89
4.1.7.2	Perbandingan Nilai Kesalahan Metode Prediksi	90
4.1.8	Retribusi Jasa Usaha (RJU)	91
4.1.8.1	Karakteristik Data RJU.....	91
4.1.8.2	Perbandingan Nilai Kesalahan Metode Prediksi	92
4.1.9	Penerimaan Lain-Lain (PLL)	93
4.1.9.1	Karakteristik Data PLL.....	93
4.1.9.2	Perbandingan Nilai Kesalahan Metode Prediksi	94
4.1.10	Pajak Rokok.....	95
4.1.10.1	Karakteristik Data Pajak Rokok	95
4.1.10.2	Perbandingan Nilai Kesalahan Metode Prediksi	96
4.1.11	Pemilihan Metode Prediksi.....	97
4.1.12	Uji Coba Metode Prediksi Untuk Sistem Peringatan Dini	98
4.1.12.1	Uji coba jangka waktu prediksi 12 bulan	98
4.1.12.2	Uji coba jangka waktu prediksi 9 bulan	100
4.1.12.3	Uji coba jangka waktu prediksi 6 bulan	102
4.1.12.4	Uji coba jangka waktu prediksi 3 bulan	104
4.2	Pengembangan <i>Prototype</i>	105
4.2.1	Desain <i>Prototype</i> Awal.....	106
4.2.2	Desain <i>Prototype</i> Setelah <i>Review</i> Pengguna	107
4.3	Pembangunan Sistem.....	109

4.3.1	Spesifikasi Kebutuhan Fungsional dan Non Fungsional	110
4.3.2	Use Case Diagram	113
4.3.3	Arsitektur Diagram	114
BAB 5		117
KESIMPULAN DAN SARAN		117
5.1	Kesimpulan	117
5.2	Saran	119
DAFTAR PUSTAKA.....		121
LAMPIRAN		123
BIODATA PENULIS.....		133

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Bagan Pembagian Pendapatan Daerah	5
Gambar 2.2 Grafik beberapa macam pola data Time Series.....	15
Gambar 2.3 Gambar kurva tren linier	17
Gambar 2.4 Gambar kurva tren eksponensial	18
Gambar 2.5 Grafik beberapa macam model dekomposisi	19
Gambar 2.6. Arsitektur JST Multilayer	26
Gambar 2.7 Pengembangan perangkat lunak dengan model <i>Waterfall</i>	27
Gambar 2.8 Pengembangan perangkat lunak dengan model <i>Rapid Application Development</i>	29
Gambar 2.9 Pengembangan perangkat lunak dengan model <i>Spiral</i>	30
Gambar 2.10 Pengembangan perangkat lunak dengan model <i>Prototyping</i>	31
Gambar 2.11 Aspek-aspek (dimensi) yang penting dalam mengkategorikan <i>Prototyping</i>	33
Gambar 2.12 <i>Prototyping</i> di dalam siklus pengembangan perangkat lunak.....	34
Gambar 3.1 Diagram alur metodologi penelitian.....	40
Gambar 4.1 Time Series Plot Penerimaan harian PAD Tahun 2012 s/d 2015	46
Gambar 4.2 Time Series Plot Penerimaan PAD Tahun 2015	47
Gambar 4.3 Time Series Plot Penerimaan PAD Tahun 2014	47
Gambar 4.4 Time Series Plot Penerimaan PKB Tahun 2012 s/d 2015.....	49
Gambar 4.5 Grafik ACF untuk data penerimaan PKB tahun 2012 s/d 2015	50
Gambar 4.6 plot data penerimaan PKB setelah dilakukan differencing orde 1	50
Gambar 4.7 ACF data penerimaan PKB setelah dilakukan differencing orde 1 ..	51
Gambar 4.8 Plot data penerimaan PKB setelah dilakukan differencing orde 293	52
Gambar 4.9 ACF data penerimaan PKB setelah dilakukan differencing orde 29352	
Gambar 4.10 Time Series Plot PKB bulan Januari s/d Februari 2012.....	55
Gambar 4.11 Grafik data realisasi dan prediksi rata-rata pada tahun 2015 dengan jangka waktu prediksi 12 bulan.....	60
Gambar 4.12 Grafik data realisasi dan prediksi menggunakan <i>Single Exponential Smoothing</i> pada tahun 2015 dengan jangka waktu prediksi 12 bulan	63
Gambar 4.13 Grafik data realisasi dan prediksi menggunakan <i>Trend Analysis</i> pada tahun 2015 dengan jangka waktu prediksi 12 bulan	66
Gambar 4.14 Grafik data realisasi dan prediksi menggunakan <i>Winter Additive</i> pada tahun 2015 dengan jangka waktu prediksi 12 bulan.....	69

Gambar 4.15 Contoh arsitektur FFNN dengan dua <i>hidden neuron</i>	71
Gambar 4.16 Arsitektur / Plot FFNN optimal yang dibentuk dengan menggunakan program R.....	72
Gambar 4.17 Grafik data realisasi dan prediksi menggunakan FFNN pada tahun 2015 dengan jangka waktu prediksi 12 bulan	74
Gambar 4.18 Grafik data realisasi dan prediksi menggunakan FFNN pada tahun 2015 dengan jangka waktu prediksi 113 hari	74
Gambar 4.19 Time Series Plot Penerimaan BBNKB Tahun 2012 s/d 2015	78
Gambar 4.20 Grafik data realisasi dan prediksi rata-rata untuk penerimaan BBNKB pada tahun 2015 dengan jangka waktu prediksi 12 bulan	80
Gambar 4.21 Grafik data realisasi dan prediksi <i>Single Exponential Smoothing</i> untuk penerimaan BBNKB pada tahun 2015 dengan jangka waktu prediksi 12 bulan	81
Gambar 4.22 Grafik data realisasi dan prediksi <i>Trend Analysis</i> untuk penerimaan BBNKB pada tahun 2015 dengan jangka waktu prediksi 12 bulan	82
Gambar 4.23 Grafik data realisasi dan prediksi <i>Winter Additive</i> untuk penerimaan BBNKB pada tahun 2015 dengan jangka waktu prediksi 12 bulan	84
Gambar 4.24 Grafik data realisasi dan prediksi <i>Winter Additive</i> untuk penerimaan BBNKB pada tahun 2015 dengan jangka waktu prediksi 12 bulan yang diambil 13 hari pertama	84
Gambar 4.25 Grafik data realisasi dan prediksi <i>FFNN</i> untuk penerimaan BBNKB pada tahun 2015 dengan jangka waktu prediksi 12 bulan	85
Gambar 4.26 Grafik data realisasi dan prediksi <i>FFNN</i> untuk penerimaan BBNKB pada tahun 2015 dengan jangka waktu prediksi 12 bulan yang ditampilkan 13 hari pertama	86
Gambar 4.27 Time Series Plot Penerimaan PBBKB Bulanan pada Tahun 2012 s/d 2015	87
Gambar 4.28 Time Series Plot Penerimaan PAP bulanan pada Tahun 2012 s/d 2015	90
Gambar 4.29 Time Series Plot Penerimaan RJU bulanan pada Tahun 2012 s/d 2015	92
Gambar 4.30 Time Series Plot PLL bulanan pada Tahun 2012 s/d 2015	94
Gambar 4.31 Time Series Plot Penerimaan Pajak Rokok pada Tahun 2012 s/d 2015	96
Gambar 4.32 Desain Prototype awal	106
Gambar 4.33 Desain <i>Prototype</i> setelah mendapatkan <i>review</i> dari pengguna.....	109
Gambar 4.34 Class Diagram Sistem Peringatan Dini	114
Gambar 4.35 Arsitektur Diagram sistem peringatan dini pencapaian PAD.....	115

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Dukungan Realisasi PAD dari Dinas Pendapatan Provinsi Jawa Timur Terhadap Realisasi PAD Provinsi Jawa Timur Tahun Anggaran 2009-2013	10
Tabel 4.1. Selisih penerimaan antara Hari Kerja dan Hari Libur.....	54
Tabel 4.2. Peramalan menggunakan metode rata-rata dengan tanggal peramalan awal, tengah, dan menjelang akhir tahun	57
Tabel 4.3. Prediksi rata-rata jumlah penerimaan dalam satu tahun pada tahun 2015	57
Tabel 4.4. Perhitungan nilai MAD, MSD, dan RMSE untuk prediksi rata-rata pada penerimaan PKB hari kerja tahun 2015 dengan jangka waktu 12 bulan	58
Tabel 4.5. Perhitungan nilai MAD, MSD, dan RMSE untuk prediksi rata-rata pada penerimaan PKB semua hari tahun 2015 dengan jangka waktu 12 bulan	58
Tabel 4.6. Perbandingan nilai MAD, MSD, dan RMSE untuk prediksi rata-rata pada penerimaan PKB hari kerja dengan semua hari tahun 2015.....	59
Tabel 4.7. Perhitungan <i>Single Exponential Smoothing</i> untuk data penerimaan PKB hari kerja tahun 2012 s/d 2014 dengan jangka waktu prediksi 12 bulan	61
Tabel 4.8. Perhitungan nilai MAD, MSD, dan RMSE untuk prediksi <i>Single Exponential Smoothing</i> pada penerimaan PKB hari kerja tahun 2015 dengan jangka waktu 12 bulan	61
Tabel 4.9. Perhitungan nilai MAD, MSD, dan RMSE untuk prediksi <i>Single Exponential Smoothing</i> pada penerimaan PKB semua hari tahun 2015 dengan jangka waktu 12 bulan	62
Tabel 4.10. Perhitungan <i>Trend Analysis</i> menggunakan data training tahun 2012 s/d 2014 untuk data PKB hari kerja	64
Tabel 4.11. Perhitungan nilai MAD, MSD, dan RMSE untuk prediksi <i>Trend Analysis</i> pada penerimaan PKB hari kerja tahun 2015 dengan jangka waktu 12 bulan.....	65
Tabel 4.12. Perhitungan nilai MAD, MSD, dan RMSE untuk prediksi <i>Winter Additive</i> pada penerimaan PKB hari kerja tahun 2015 dengan jangka waktu 12 bulan.....	68
Tabel 4.13. Lag-lag yang signifikan pada PACF untuk inputan FFNN.....	70
Tabel 4.14. Perhitungan nilai MAD, MSD, dan RMSE untuk prediksi FFNN pada penerimaan PKB hari kerja tahun 2015 dengan jangka waktu prediksi 12 bulan	73
Tabel 4.15. Perbandingan Metode Prediksi PKB Untuk Data Hari Kerja.....	75
Tabel 4.16. Perbandingan Metode Prediksi PKB Untuk Data Semua Hari.....	75
Tabel 4.17. Perbandingan Efek Musiman Untuk Data Penerimaan PKB Menggunakan Metode Prediksi <i>Winter Additive</i>	76
Tabel 4.18. Perbandingan Jumlah Data Training Penerimaan PKB	77

Tabel 4.19. Perhitungan nilai MAD, MSD, dan RMSE untuk prediksi rata-rata pada penerimaan BBNKB hari kerja tahun 2015 dengan jangka waktu prediksi 12 bulan	79
Tabel 4.20. Perhitungan nilai MAD, MSD, dan RMSE untuk prediksi <i>Single Exponential Smoothing</i> pada penerimaan BBNKB hari kerja tahun 2015 dengan jangka waktu prediksi 12 bulan	80
Tabel 4.21. Perhitungan nilai MAD, MSD, dan RMSE untuk prediksi <i>Trend Analysis</i> pada penerimaan BBNKB hari kerja tahun 2015 dengan jangka waktu prediksi 12 bulan	82
Tabel 4.22. Perhitungan nilai MAD, MSD, dan RMSE untuk prediksi <i>Winter Additive</i> pada penerimaan BBNKB hari kerja tahun 2015 dengan jangka waktu prediksi 12 bulan	83
Tabel 4.23. Perhitungan nilai MAD, MSD, dan RMSE untuk prediksi <i>FFNN</i> pada penerimaan BBNKB hari kerja tahun 2015 dengan jangka waktu prediksi 12 bulan	85
Tabel 4.24. Perbandingan Metode Prediksi BBNKB	86
Tabel 4.25. Perbandingan Metode Prediksi PBBKB.....	88
Tabel 4.26. Perbandingan Metode Prediksi PAP	90
Tabel 4.27. Perbandingan Metode Prediksi RJU.....	93
Tabel 4.28. Perbandingan Metode Prediksi PLL.....	94
Tabel 4.29. Perbandingan Metode Prediksi Pajak Rokok	96
Tabel 4.30. Rekap Metode Prediksi Dengan Nilai kesalahan Terkecil Untuk Masing-Masing Data Jenis Penerimaan PAD	97
Tabel 4.31. Prediksi Penerimaan PAD untuk jangka waktu prediksi 12 bulan pada tahun 2015	98
Tabel 4.32. Kondisi Realisasi Penerimaan PAD Tahun 2015	99
Tabel 4.33. Selisih prediksi jangka waktu 12 bulan dan realisasi penerimaan tahun 2015	99
Tabel 4.34. Selisih persentase prediksi jangka waktu 12 bulan dan realisasi penerimaan tahun 2015.....	100
Tabel 4.35. Prediksi Penerimaan PAD untuk jangka waktu prediksi 9 bulan pada tahun 2015	101
Tabel 4.36. Selisih prediksi jangka waktu 9 bulan dan realisasi penerimaan tahun 2015	101
Tabel 4.37. Selisih persentase prediksi jangka waktu 9 bulan dan realisasi penerimaan tahun 2015.....	102
Tabel 4.38. Prediksi Penerimaan PAD untuk jangka waktu prediksi 6 bulan pada tahun 2015	102
Tabel 4.39. Selisih prediksi jangka waktu 6 bulan dan realisasi penerimaan tahun 2015	103

Tabel 4.40. Selisih persentase prediksi jangka waktu 6 bulan dan realisasi penerimaan tahun 2015	103
Tabel 4.41. Prediksi Penerimaan PAD untuk jangka waktu prediksi 3 bulan pada tahun 2015	104
Tabel 4.42. Selisih prediksi jangka waktu 3 bulan dan realisasi penerimaan tahun 2015	105
Tabel 4.43. Selisih persentase prediksi jangka waktu 3 bulan dan realisasi penerimaan tahun 2015	105
Tabel 4.44. Kebutuhan Umum (<i>General Requirement</i>)	111
Tabel 4.45. Kebutuhan Platform (<i>Platform Requirement</i>)	111
Tabel 4.46. Daftar Kebutuhan Fungsional	112
Tabel 4.47. Daftar Kebutuhan Non Fungsional	112
Tabel 4.48. Pemetaan antara kebutuhan fungsional sistem dengan <i>Use Case</i>	113

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Penerimaan dari sektor Pajak dan Retribusi serta Pendapatan Lain-Lain yang dikelola oleh Dinas Pendapatan Provinsi Jawa Timur (Dipenda Jatim) memiliki kontribusi yang besar terhadap Pendapatan Asli Daerah (PAD) di Provinsi Jawa Timur dibandingkan dengan Penerimaan PAD dari Satuan Kerja Perangkat Daerah (SKPD) lainnya. Proporsi PAD Dipenda Jatim terhadap keseluruhan PAD di Provinsi Jawa Timur sebesar 80% lebih, sehingga Dipenda Jatim memiliki peran penting terhadap keberlangsungan pembangunan di Jawa Timur.

PAD yang diterima langsung digunakan untuk membiayai kebutuhan di provinsi Jawa Timur baik untuk pelayanan maupun pembangunan pada tahun berjalan. Sehingga antara penerimaan dan pengeluaran (belanja) harus seimbang, dalam artian pengeluaran tidak boleh lebih banyak dari penerimaan. Untuk itu penting bagi pimpinan untuk melakukan kontrol atas PAD agar sesuai dengan kebutuhan yang telah dianggarkan.

Kontrol atas PAD tersebut selain dilakukan oleh Gubernur Jatim, juga secara teknis dilakukan oleh pimpinan di Dipenda Jatim, sesuai dengan tugas pokok dan fungsi (tupoksi) Dipenda Jatim dalam mengelola PAD. Pimpinan di Dipenda Jatim akan membuat kebijakan sesuai dengan arahan Gubernur Jatim serta melakukan kontrol dan evaluasi agar target PAD dapat tercapai dalam satu tahun anggaran.

Saat ini sudah ada sistem yang memberikan informasi kepada pimpinan di Dipenda Jatim tentang jumlah PAD yang diterima secara *real time*. Namun sistem tersebut belum mampu untuk melakukan prediksi atas PAD yang akan diperoleh pada akhir tahun anggaran, apakah dengan PAD yang telah dihasilkan saat ini, pada akhir tahun nanti akan tercapai sesuai dengan target yang telah ditetapkan. Prediksi ini penting dilakukan, agar pimpinan di Dipenda Jatim dapat menentukan strategi lebih dini, apabila hasil prediksi menunjukkan bahwa PAD

tidak mungkin tercapai. Untuk melakukan prediksi atas penerimaan PAD, pimpinan di Dipenda Jatim harus meminta kepada bidang yang berwenang (Bidang Pengembangan Sistem Informasi dan Pengolahan Data Pendapatan) untuk melakukan perhitungan, dengan mengambil data penerimaan PAD sebelumnya kemudian menghitungnya menggunakan aplikasi *spreadsheet*. Kondisi ini tentunya membutuhkan waktu yang tidak sebentar.

Sehubungan dengan hal tersebut, penting bagi pimpinan di Dipenda Jatim untuk memiliki sebuah sistem yang dapat memberikan informasi tentang penerimaan PAD yang telah diperoleh maupun yang nantinya akan diperoleh (prediksi). Sistem tersebut juga harus dapat memberikan peringatan dini atas kondisi penerimaan PAD, apakah realisasi penerimaan nantinya akan tercapai sesuai target atau tidak. Kondisi penerimaan PAD tersebut ditampilkan dalam bentuk indikator, yang dibedakan berdasarkan warna, dimana warna hijau menyatakan kondisi tercapai, kuning menyatakan kondisi waspada, dan merah menyatakan kondisi tidak tercapai. Sehingga dengan hasil yang diberikan oleh sistem tersebut, pimpinan di Dipenda Jatim dapat merumuskan dan menentukan kebijakan yang akan ditetapkan berikutnya dengan lebih cepat, agar dapat memenuhi target penerimaan PAD yang telah dibebankan di instansinya.

1.2 Rumusan Masalah.

Atas dasar yang telah disebutkan di bagian latar belakang, penelitian ini dimaksudkan untuk menyelesaikan permasalahan sebagai berikut:

1. Bagaimana menentukan metode prediksi yang paling baik dalam melakukan prediksi atas penerimaan PAD berdasarkan data penerimaan PAD yang telah didapatkan sebelumnya.
2. Bagaimana menemukan data dari beberapa data penerimaan PAD yang dapat memberikan hasil prediksi penerimaan PAD yang paling baik.
3. Bagaimana menentukan kebutuhan sistem baik kebutuhan fungsional maupun non fungsional yang sesuai dengan kebutuhan pengguna.

4. Bagaimana desain arsitektur sistem yang akan digunakan yang sesuai dengan kebutuhan sistem.

1.3 Batasan Masalah

Permasalahan di dalam penelitian ini hanya terbatas pada beberapa hal sebagai berikut:

1. Jenis penerimaan PAD di Dipenda Jatim dibatasi pada jenis penerimaan yang berlaku pada saat penelitian ini dilakukan, yaitu: Pajak Kendaraan Bermotor (PKB), Bea Balik Nama Kendaraan Bermotor (BBNKB), Pajak Bahan Bakar Kendaraan Bermotor (PBBKB), Pajak Air Permukaan (PAP), Pajak Rokok, Retribusi Jasa Usaha (RJU), dan Penerimaan Lain-Lain (PLL).
2. Data yang digunakan adalah data penerimaan PAD sejak tahun 2012 sampai dengan tahun 2015.
3. Metode yang digunakan untuk melakukan prediksi dibatasi pada metode untuk data *time series*, yaitu: *Single Exponential Smoothing*, *Trend Analysis*, *Winter Additive*, dan *Feed Forward Neural Network*.

1.4 Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini adalah untuk membangun sistem peringatan dini terhadap kondisi penerimaan PAD di Dipenda Jatim, dimana dengan membangun sistem tersebut dapat mengetahui beberapa hal sebagai berikut:

1. Mengetahui metode prediksi yang paling baik dalam memprediksi penerimaan PAD berdasarkan data penerimaan PAD yang telah didapatkan sebelumnya.
2. Mengetahui data mana saja dari data PAD yang dapat memberikan hasil prediksi penerimaan PAD paling baik.
3. Mengetahui kebutuhan sistem baik kebutuhan fungsional maupun non fungsional yang sesuai dengan kebutuhan pengguna.

4. Mengetahui desain arsitektur sistem peringatan dini yang akan dibangun sesuai dengan kebutuhan sistem.

1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Manfaat untuk Dipenda Jatim yaitu, agar pimpinan di Dipenda Jatim memiliki sebuah sistem yang dapat memberikan peringatan dini atas kondisi penerimaan PAD, apakah realisasi penerimaan nantinya dapat tercapai sesuai target atau tidak, baik secara keseluruhan / global maupun tiap jenis penerimaan.
2. Manfaat bagi akademisi yaitu, dapat memperkaya konsep dan teori untuk perkembangan ilmu pengetahuan, khususnya yang berkaitan dengan analisis data deret waktu (*time series*) dalam hal pendapatan daerah.

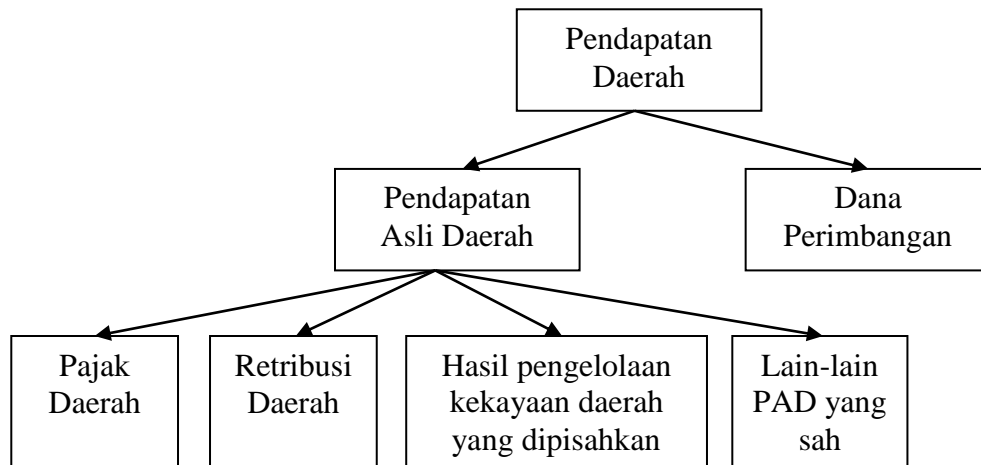
BAB 2

KAJIAN PUSTAKA DAN DASAR TEORI

2.1 Pendapatan Daerah

Berdasarkan Undang-Undang Nomor 33 Tahun 2014 Tentang Perimbangan Keuangan Antara Pemerintah Pusat dan Pemerintah Daerah, Pendapatan Daerah adalah semua hak daerah yang diakui sebagai penambah nilai kekayaan bersih dalam periode tahun anggaran yang bersangkutan. Pada Undang-Undang tersebut, khususnya pada pasal 5 ayat 2 menjelaskan, Pendapatan Daerah bersumber dari: 1) Pendapatan Asli Daerah; 2) Dana Perimbangan.

Pendapatan Daerah meliputi semua penerimaan uang melalui rekening kas umum daerah, yang menambah ekuitas dana. Pendapatan Daerah tersebut merupakan hak daerah dalam satu tahun anggaran dan tidak perlu dibayar kembali oleh daerah. Pendapatan Daerah dirinci menurut urusan pemerintahan daerah, organisasi, kelompok, jenis, obyek dan rincian obyek pendapatan. Pembagian Pendapatan Daerah khususnya pada bagian Pendapatan Asli Daerah secara detail dapat dilihat pada gambar 2.1.



Gambar 2.1 Bagan Pembagian Pendapatan Daerah

2.2 Pendapatan Asli Daerah

Menurut Undang-Undang Nomor 33 Tahun 2004 Tentang Perimbangan Keuangan Antara Pemerintah Pusat dan Pemerintah Daerah khususnya pada pasal 1 ayat 18, Pendapatan asli daerah yang disebut dengan PAD adalah pendapatan yang diperoleh daerah yang dipungut berdasarkan peraturan daerah sesuai dengan peraturan perundang-undangan. Sumber PAD diperoleh dari:

1. **Pajak Daerah**

Pajak Daerah adalah Kontribusi wajib kepada Daerah yang terutang oleh orang pribadi atau badan yang bersifat memaksa berdasarkan Undang-Undang, dengan tidak mendapatkan imbalan secara langsung dan digunakan untuk keperluan Daerah bagi sebesar-besarnya kemakmuran rakyat. Jenis Pajak Daerah yang menjadi kewenangan pemerintah provinsi yaitu: 1) Pajak Kendaraan Bermotor; 2) Bea Balik Nama Kendaraan Bermotor; 3) Pajak Bahan Bakar Kendaraan Bermotor; 4) Pajak Air Permukaan; 5) Pajak Rokok (UU No 28 Tahun 2009).

2. **Retribusi Daerah**

Retribusi Daerah adalah pungutan daerah sebagai pembayaran atas jasa pemberian izin tertentu terkhusus disediakan atau diberikan oleh pemerintah daerah untuk kepentingan pribadi atau badan. Objek dari Retribusi Daerah adalah: 1) Jasa Umum; 2) Jasa Usaha; 3) Perizinan Tertentu (UU No 28 Tahun 2009).

3. **Hasil pengelolaan kekayaan Daerah yang dipisahkan**

Jenis hasil pengelolaan kekayaan daerah yang dipisahkan dirinci menurut obyek pendapatan yang mencakup:

- a. Bagian laba atas penyertaan modal pada perusahaan milik daerah/BUMD;
- b. Bagian laba atas penyertaan modal pada perusahaan milik pemerintah/BUMN;

- c. Bagian laba atas penyertaan modal pada perusahaan milik swasta atau kelompok usaha masyarakat.
4. Lain-lain PAD yang sah
- Jenis lain-lain pendapatan asli daerah yang sah disediakan untuk menganggarkan penerimaan daerah yang tidak termasuk dalam jenis pajak daerah, retribusi daerah, dan hasil pengelolaan kekayaan daerah yang dipisahkan dirinci menurut obyek pendapatan yang antara lain:
- a. Hasil penjualan kekayaan Daerah yang tidak dipisahkan;
 - b. Jasa giro;
 - c. Pendapatan bunga;
 - d. Keuntungan selisih nilai tukar rupiah terhadap mata uang asing;
 - e. Komisi, potongan, ataupun bentuk lain sebagai akibat dari penjualan dan/atau pengadaan barang dan/atau jasa oleh Daerah.

2.3 Pajak Daerah

Seperti yang sudah dijelaskan di bagian sebelumnya, Pajak Daerah yang dipungut oleh pemerintah Provinsi sesuai dengan UU No 28 Tahun 2009 Tentang Pajak Daerah dan Retribusi Daerah ada lima jenis. Penjelasan secara rinci kelima jenis Pajak Daerah tersebut tertuang di Peraturan Daerah Nomor 9 Tahun 2010 Tentang Pajak Daerah, sebagai berikut:

- 1. **Pajak Kendaraan Bermotor (PKB)**
PKB adalah Pajak atas kepemilikan dan/atau penguasaan kendaraan bermotor. Dasar pengenaan PKB dihitung sebagai perkalian dari 2 (dua) unsur pokok: a) Nilai Jual Kendaraan Bermotor (NKJB); dan b) Bobot yang mencerminkan secara relatif tingkat kerusakan jalan dan atau pencemaran lingkungan akibat penggunaan Kendaraan Bermotor. Nilai Jual

Kendaraan Bermotor ditentukan berdasarkan Harga Pasaran Umum atas suatu kendaraan bermotor.

2. **Bea Balik Nama Kendaraan Bermotor (BBNKB)**

BBNKB adalah pajak atas penyerahan hak milik kendaraan bermotor sebagai akibat perjanjian dua pihak atau perbuatan sepihak atau keadaan yang terjadi karena jual beli, tukar menukar, hibah, warisan, atau pemasukan ke dalam badan usaha. Dasar pengenaan BBNKB adalah NJKB.

3. **Pajak Bahan Bakar Kendaraan Bermotor (PBBKB)**

PBBKB adalah pajak atas penggunaan bahan bakar kendaraan bermotor. Objek PBBKB adalah bahan bakar yang disediakan atau dianggap digunakan untuk kendaraan bermotor, termasuk bahan bakar yang digunakan untuk kendaraan di air.

4. **Pajak Air Permukaan (PAP)**

PAP adalah pajak atas pengambilan dan/atau pemanfaatan air permukaan. Objek PAP adalah pengambilan dan/atau pemanfaatan Air Permukaan. Dikecualikan dari objek PAP adalah pengambilan dan/atau pemanfaatan Air Permukaan untuk keperluan dasar rumah tangga dan pertanian rakyat dengan tetap memperhatikan kelestarian lingkungan.

5. **Pajak Rokok**

Pajak Rokok adalah pungutan atas cukai rokok yang dipungut oleh Pemerintah. Objek Pajak adalah konsumsi rokok. Rokok dalam hal ini meliputi sigaret, cerutu, dan rokok daun. Rokok yang tidak dipungut Pajak Rokok (dikecualikan) adalah rokok yang tidak dikenai cukai berdasarkan peraturan perundang-undangan di bidang cukai.

2.4 Retribusi Daerah

Seperti yang sudah dijelaskan di bagian sebelumnya, Retribusi Daerah yang dipungut oleh pemerintah Provinsi sesuai dengan UU No 28 Tahun 2009 Tentang Pajak Daerah dan Retribusi Daerah ada tiga jenis. Penjelasan secara rinci

ketiga jenis Retribusi Daerah tersebut tertuang di Peraturan Daerah Nomor 1 Tahun 2012 Tentang Retribusi Daerah, sebagai berikut:

1. Jasa Umum

Jasa Umum adalah jasa yang disediakan atau diberikan oleh Pemerintah Provinsi untuk tujuan kepentingan dan kemanfaatan umum serta dapat dinikmati oleh orang pribadi atau Badan.

2. Jasa Usaha

Jasa Usaha adalah jasa yang disediakan oleh Pemerintah Provinsi dengan menganut prinsip-prinsip komersial karena pada dasarnya dapat pula disediakan oleh sektor swasta.

3. Perizinan Tertentu

Perizinan Tertentu adalah kegiatan tertentu Pemerintah Provinsi dalam rangka pemberian izin kepada orang pribadi atau badan yang dimaksudkan untuk pembinaan, pengaturan, pengendalian dan pengawasan atas kegiatan, pemanfaatan ruang, serta penggunaan sumber daya alam, barang, prasarana, sarana atau fasilitas tertentu guna melindungi kepentingan umum dan menjaga kelestarian lingkungan.

2.5 PAD Pada Dinas Pendapatan Provinsi Jawa Timur

Menurut Peraturan Gubernur Jawa Timur Nomor 15 Tahun 2011 Tentang Uraian Jabatan Pada Dinas Pendapatan Provinsi Jawa Timur (Dipenda Jatim), Dinas Pendapatan Provinsi Jawa Timur mempunyai tugas melaksanakan urusan pemerintahan Daerah berdasarkan asas otonomi dan tugas pembantuan di bidang pendapatan. Pendapatan dalam hal ini adalah Pendapatan Asli Daerah (PAD). Sedangkan untuk Dana Perimbangan dikelola oleh Badan Pengelola Keuangan dan Aset Daerah (BPKAD).

Dipenda Jatim dipimpin oleh seorang Kepala, yang berada di bawah dan bertanggung jawab kepada Gubernur melalui Sekretaris Daerah Provinsi Jawa Timur. Ada dua tugas utama yang diemban oleh Dipenda Jatim, yang tertuang

dalam misinya, yaitu: 1) Meningkatkan Pendapatan Asli Daerah (PAD); 2) Meningkatkan kualitas pelayanan publik.

Kontribusi Dipenda Jatim terhadap PAD Provinsi Jawa Timur sangat besar, sesuai dengan tugas pokok dan fungsinya (tupoksi). Pada tahun 2009 – 2013 kontribusi PAD yang dikumpulkan oleh Dipenda Jatim terhadap PAD Provinsi Jawa Timur mencapai 80% lebih (Tabel 2.1). Dengan demikian peran Dipenda Jatim untuk keberlangsungan pembangunan di Jawa Timur juga sangat besar.

Tabel 2.1 Dukungan Realisasi PAD dari Dinas Pendapatan Provinsi Jawa Timur Terhadap Realisasi PAD Provinsi Jawa Timur Tahun Anggaran 2009-2013

NO	TAHUN ANGGARAN	REALISASI PENERIMAAN PAD DIPENDA JATIM	REALISASI PENERIMAAN PAD PROVINSI JAWA TIMUR	PERSEN (%)
1	2009	4.931.762.475.042	5.708.040.337.081	86,40
2	2010	6.016.523.349.824	7.275.089.493.848	82,70
3	2011	7.339.553.859.353	8.898.616.683.296	82,48
4	2012	7.863.227.376.466	9.733.647.787.006	80,78
5	2013	9.464.416.237.214	11.596.809.369.480	81,61

Sumber: Dinas Pendapatan Provinsi Jawa Timur

Penerimaan PAD setiap saat dipantau oleh Dipenda Jatim, untuk memastikan bahwa PAD yang dikumpulkan dari masyarakat benar-benar telah tersimpan di Kas Daerah. Dipenda Jatim telah memiliki sistem untuk memantau Penerimaan PAD secara *real time*. Ketika terdapat transaksi di kantor pelayanan Penerimaan PAD, baik di Kantor Bersama SAMSAT maupun di kantor Unit Pelaksana Teknis, pada saat itu juga akan muncul di monitoring Penerimaan PAD di kantor Dipenda Jatim pusat.

Berdasarkan data-data Penerimaan PAD yang didapatkan secara langsung tersebut, maka dapat dilakukan prediksi (*forecasting*) atas Penerimaan PAD apakah pada akhir tahun nanti atau pada tiap triwulan ke depan dapat tercapai atau tidak sesuai dengan target yang telah ditetapkan. Sehingga dengan hasil prediksi tersebut, maka dapat dirumuskan kebijakan untuk meningkatkan Penerimaan PAD apabila hasil prediksi menunjukkan bahwa pada akhir tahun realisasi Penerimaan PAD tidak tercapai.

2.6 Metode *Forecasting*

Prediksi (*forecasting*) merupakan kegiatan memprediksi nilai-nilai sebuah variabel berdasarkan nilai yang diketahui dari variabel tersebut atau variabel yang berhubungan (Ai, 1999). Menurut situs ensiklopedia bebas Wikipedia, *forecasting* adalah proses untuk membuat pernyataan atas suatu kejadian dimana kejadian tersebut belum diketahui atau diobservasi.

Ada beberapa metode dalam melakukan *forecasting*. Menurut sifatnya, metode *forecasting* dibagi menjadi dua, yaitu: *Objective Forecasting Method* (kuantitatif) dan *Subjective Forecasting Method* (kualitatif). Metode kuantitatif merupakan metode prediksi berdasarkan data historis dan dapat dibuat dalam bentuk angka, sedangkan metode kualitatif merupakan metode prediksi berdasarkan pendapat suatu pihak dan tidak dapat dipresentasikan dalam bentuk angka (Jumingan, 2009).

Metode kuantitatif dikelompokkan ke dalam dua jenis, yaitu:

1. Metode *Time Series* (deret waktu)

Prediksi pada metode ini dilakukan dengan menggunakan data masa lalu (data historis) untuk melakukan prediksi di masa yang akan datang. Caranya adalah dengan menemukan pola dalam deret data historis dan memanfaatkan pola tersebut untuk prediksi. Peralaman dengan menggunakan metode ini lebih sederhana jika dibandingkan dengan metode kausal. Metode-metode yang termasuk dalam metode time series yaitu: *Naive Methods*, *Moving Average*, *Exponential Smoothing*, *Simple Regression*, *ARIMA*, *Neural Network*.

2. Metode Kausal

Metode ini mengasumsikan bahwa terdapat suatu hubungan sebab akibat dalam satu atau lebih variabel (variabel bebas) yang digunakan untuk meramalkan nilai yang akan datang dari suatu variabel yang lain (variabel tak bebas). Metode-metode yang termasuk ke dalam metode kausal antara lain: *Simple Regression*, *Multiple Regression*, *Neural Network*.

2.7 Analisis Data *Time Series*

Analisis data *Time Series* (deret waktu) adalah analisis data yang mempertimbangkan pengaruh waktu terhadap suatu data tanpa mempertimbangkan penyebabnya. Tujuannya adalah untuk melakukan prediksi di masa yang akan datang dengan memanfaatkan data masa lalu.

Data *Time Series* sendiri adalah data yang dikumpulkan secara periodik berdasarkan urutan waktu dengan berbagai satuan waktu (detik, menit, jam, minggu, bulan, semester, tahun). Pola data *Time Series* yang umum dibagi menjadi beberapa bentuk, yaitu: stationer, trend (linier atau non linier), seasional (*additive* atau *multiplicative*), *cyclic*, dan *calendar variation*.

Berdasarkan bentuk dan fungsinya, model *Time Series* dibagi menjadi dua, yaitu: *Linier Time Series Models* dan *Non Linier Time Series Models*. Model *Time Series* yang termasuk ke dalam *Linier Time Series Models* antara lain: ARIMA Box-Jenkins, Intervention Model, Transfer Function (ARIMAX), VARIMA (VARIMAX). Sedangkan model yang termasuk ke dalam *Non Linier Time Series Models* antara lain: *Non Linier Autoregresif*, *Neural Network Model*, *Nonparametric Models*, dan sebagainya.

Dalam rangka untuk mengetahui akurasi prediksi oleh model tertentu dan untuk mengevaluasi serta membandingkan antara model yang berbeda, perlu ditentukan nilai kesalahan masing-masing model dengan ukuran akurasi ketepatan model tertentu yang sering digunakan oleh para peneliti (Adhikari, 2013). Untuk mengetahui keakuratan dari sebuah metode yang memberikan hasil yang lebih baik, dapat menggunakan beberapa ukuran keakuratan, yaitu:

1. *Root Mean Squared Error* (RMSE)

RMSE merupakan akar dari rata-rata kuadrat simpangan data. RMSE dapat dihitung menggunakan rumus sebagai berikut:

$$RMSE = \sqrt{\frac{\sum_{t=1}^n (Y_t - \hat{Y}_t)^2}{n}} \quad (2.1)$$

2. Mean Absolute Deviation (MAD)

MAD digunakan untuk mengukur kesalahan prediksi dalam unit yang sama sebagai deret asli. MAD mengukur ketepatan ramalan dengan merata-rata kesalahan dugaan. MAD dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut:

$$MAD = \frac{\sum_{t=1}^n |Y_t - \hat{Y}_t|}{n} \quad (2.2)$$

3. Mean Squared Deviation (MSD)

MSD dapat dihitung menggunakan rumus sebagai berikut:

$$MSD = \frac{\sum_{t=1}^n (Y_t - \hat{Y}_t)^2}{n} \quad (2.3)$$

dengan:

- t = waktu
- Y_t = nilai aktual pada saat t
- \hat{Y}_t = nilai dugaan pada saat t
- n = banyaknya pengamatan

Semakin baik metode prediksi yang digunakan, maka semakin kecil nilai ketiga ukuran tersebut.

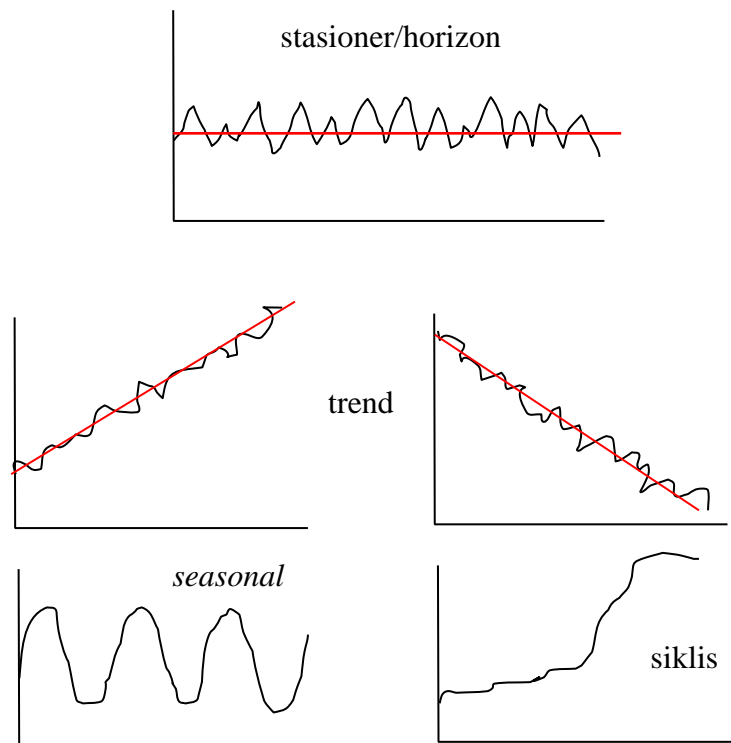
Selain ketiga ukuran tersebut, analisis residual juga sering digunakan untuk menganalisis baik tidaknya dalam analisis *time series*. Sifat-sifat residual yang diinginkan adalah:

1. Kecil, mempunyai rata-rata mendekati atau sama dengan 0
2. Mempunyai standard deviasi yang lebih kecil dari standard deviasi
3. Berdistribusi normal
4. Acak terhadap waktu

2.8 Metode Analisis Data *Time Series*

Ada banyak metode dalam melakukan analisis data *Time Series*. Ketepatan metode tersebut bergantung pada karakteristik atau pola data yang akan digunakan. Gambar 2.2 menunjukkan beberapa jenis pola data *Time Series*. Berikut ini merupakan penjelasan pola data dan metode analisis data *Time Series*:

1. Untuk data yang sifatnya stasioner atau data yang nilai rata-ratanya tidak berubah dari waktu ke waktu (stabil), maka metode yang bisa digunakan antara lain: *Naive*, *Simple Averaging*, *Moving Average*, *Autoregressive Moving Average* (ARMA).
2. Untuk data yang sifatnya trend, yaitu data yang memiliki kecenderungan arah datanya bergerak naik atau turun pada jangka waktu yang panjang, maka metode yang digunakan antara lain: *Moving Average*, *Exponential Smoothing*, *Growth Curve*, *Exponential*, *Autoregressive Integrated Moving Average* (ARIMA).
3. Untuk data yang sifatnya musiman, yaitu data dengan pergantian yang berulang pada kurun waktu tertentu, dapat menggunakan metode prediksi seperti: *Clasical Decomposition*, *Census X-12*, *Winter's Exponential Smoothing*, ARIMA.
4. Untuk data yang sifatnya siklis, yaitu data yang polanya fluktuasi bergelombang di sekitar trend, maka metode yang dapat digunakan antara lain: *Clasical Decomposition*, *Economic Indicator*, *Econometrics Model*, ARIMA.



Gambar 2.2 Grafik beberapa macam pola data Time Series

Selanjutnya akan dibahas beberapa metode analisis data *Time Series* seperti: Rata-Rata Sederhana (*Simple Average*), *Trend Analysis*, Dekomposisi, Pemulusan (*Smoothing*), *Holt-Winter*, *Autoregressive Integrated Moving Average* (ARIMA), dan *Feed Forward Neural Network* (FFNN).

2.8.1 Rata-Rata Sederhana (*Simple Average*)

Simple Average adalah metode yang paling sederhana, yaitu dengan menghitung rata-rata dari data yang tersedia untuk mendapatkan ramalan periode ke depan. Metode ini dapat digunakan untuk data yang tidak mengandung unsur trend. Persamaan *Simple Average* adalah sebagai berikut:

$$\bar{X} = \frac{X_1 + X_2 + \dots + X_t}{n} \quad (2.4)$$

Atau secara sederhana persamaannya adalah sebagai berikut:

$$\bar{X} = \frac{\sum X}{n} \quad (2.5)$$

Dimana:

\bar{X} = nilai rata-rata

X_t = nilai aktual pada waktu ke n

n = jumlah data

2.8.2 *Trend Analysis*

Trend analysis adalah salah satu metode dalam analisis data *Time Series* dengan membuat pendekatan model trend dari data deret waktu dan melakukan prediksi untuk beberapa periode ke depan. Semakin banyak data yang dikumpulkan maka semakin baik pula estimasi atau prediksi yang diperoleh. Sebaliknya, jika data yang dikumpulkan semakin sedikit maka hasil estimasi atau prediksinya akan semakin jelek.

Trend analysis digunakan pada saat:

- Data menunjukkan adanya trend yang sifatnya tetap/konstan, baik yang kecenderungannya arah datanya bergerak naik atau turun.
- Tidak ada pola musiman pada data.
- Meramalkan data yang jangka waktu ke depannya panjang dan diramalkan sesuai dengan garis trend pada data (profil prediksinya).

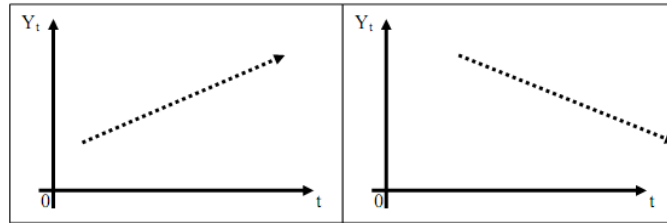
Model yang dihasilkan *Trend Analysis* hampir sama dengan model Regresi Linier. Model *Trend Analysis* dibentuk dengan cara meregresikan Y_t terhadap t , dimana Y_t adalah variabel respon/tak bebas, yang merupakan hasil trendnya dan t adalah waktu.

Ada beberapa model dalam analisis data tren, yang menunjukkan karakteristik dari data yang akan dianalisis. Model-model tersebut antara lain:

2.8.2.1 *Linier*

Model tren linier adalah model yang menggambarkan tren kenaikan atau penurunan data dari waktu ke waktu. Model yang dibentuk

tren linier sama dengan model yang dibentuk regresi linier, dengan bentuk umum persamaannya yaitu: $Y = a + bX$. Ilustrasi model ini dapat ditunjukkan pada gambar 2.3.



Gambar 2.3 Gambar kurva tren linier

Model tren linier dapat ditunjukkan pada persamaan 2.6.

$$Y_t = \beta_0 + \beta_1 t + e_t \quad (2.6)$$

dengan:

- Y_t = nilai aktual pada saat t
- β_0 = konstanta model tren yang ditaksir
- β_1 = rata-rata perubahan dari satu periode ke periode berikutnya
- t = waktu
- e_t = residual ke t

2.8.2.2 Quadratic

Model trend *Quadratic* merupakan trend yang nilai variabel tak bebasnya naik atau turun secara linier atau terjadi parabola bila datanya dibuat *scatter plot* (hubungan variabel dependen dan independen adalah kuadratik) dan merupakan metode trend non linier. Model trend *Quadratic* dapat ditunjukkan pada persamaan 2.7.

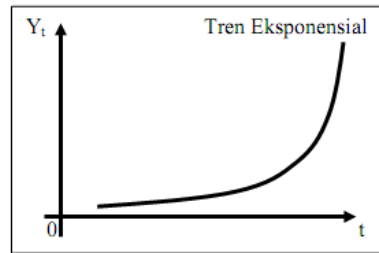
$$Y_t = \beta_0 + \beta_1 t + \beta_2 t^2 + e_t \quad (2.7)$$

dengan:

- Y_t = nilai aktual pada saat t
- β_0 = konstanta model tren yang ditaksir
- β_1, β_2 = rata-rata perubahan dari satu periode ke periode berikutnya
- t = waktu
- e_t = residual ke t

2.8.2.3 Exponential Growth

Tren *Exponential Growth* Adalah suatu tren yang mempunyai pangkat atau eksponen dari waktunya. Model trend *exponential growth* menggunakan pertumbuhan atau peluruhan *exponential*. Ilustrasi untuk model tren *exponential growth* ditunjukkan pada gambar 2.4.



Gambar 2.4 Gambar kurva tren eksponensial

Model yang dibentuk exponential growth dapat dilihat pada persamaan 2.8.

$$Y_t = \beta_0 \beta_1^t e_t \quad (2.8)$$

dengan:

Y_t = nilai aktual pada saat t

β_0 = konstanta model tren yang ditaksir

β_1 = rata-rata perubahan dari satu periode ke periode berikutnya

t = waktu

e_t = residual ke t

2.8.2.4 S-Curve

Model *S-curve* menggunakan bentuk fungsi *Pearl-Reed logistic*, dengan model yang ditunjukkan pada persamaan 2.9.

$$Y_t = 10^\alpha / (\beta_0 + \beta_1 \beta_2^t) \quad (2.9)$$

dengan:

Y_t = nilai aktual pada saat t

β_0 = konstanta model tren yang ditaksir

β_1, β_2 = rata-rata perubahan dari satu periode ke periode berikutnya

t = waktu

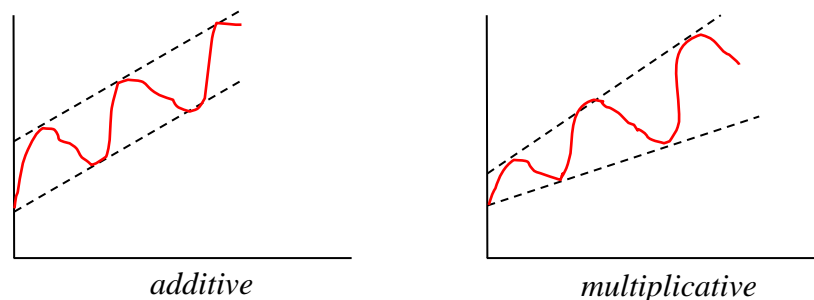
e_t = residual ke t

Model-model yang disebutkan di atas adalah model-model yang tersedia di Minitab, yaitu *software* untuk melakukan analisis data statistik. Model-model lain yaitu tren parabola.

2.8.3 Dekomposisi

Ada dua jenis model dalam dekomposisi, perbedaannya ditunjukkan pada gambar 2.5 yaitu:

- a. Model *Additive*. Model *additive* digunakan pada saat:
 - Data memiliki pola seasonal (musiman) dan tidak ada trend atau ada trend konstan (data seasonal konstans) dengan ukuran pola seasonalnya tidak proposional dengan data (makin lama tidak makin membesar atau mengecil tetapi relative konstan).
 - Periode ke depan yang akan diramalkan relatif panjang.
 - Profil prediksinya berupa garis lurus dengan menambahkan bentuk musiman.
- b. Model *Multiplicative*. Model *multiplicative* digunakan ketika:
 - Data berupa trend yang seasonal.
 - Ukuran pola seasonal proporsional dengan data (artinya makin lama makin membesar atau mengecil musimannya).
 - Periode ke depan yang akan diramalkan relatif panjang.
 - Profil prediksinya berupa garis lurus dengan mengalikan bentuk musiman.



Gambar 2.5 Grafik beberapa macam model dekomposisi

Forecasting dengan menggunakan metode dekomposisi tidak menghasilkan batas atas dan batas bawah prediksi, sehingga dapat menghilangkan akurasi pendugaan. Untuk lebih memberikan keakuratan, maka metode dekomposisi biasanya dikombinasikan dengan metode pemulusan (*smoothing*).

2.8.4 Pemulusan (*Smoothing*)

Terdapat dua pendekatan metode pemulusan, yaitu Metode Rataan Bergerak (*Moving Average*) dan Metode Pemulusan Eksponensial (*Exponential Smoothing*). Metode-metode tersebut, tujuannya adalah memanfaatkan data masa lalu untuk mengembangkan sistem prediksi pada periode mendatang. Berikut ini penjelasan detail kedua jenis pendekatan metode pemulusan:

1. Metode Rataan Bergerak (*Moving Average*)

Moving Average memuluskan data dengan merata-ratakan pengamatan-pengamatan yang berurutan pada panjang periode tertentu. Sebagai contoh, anggap ada data deret waktu 4, 5, 8, 9, 10 dan akan menggunakan moving average panjang 3 atau dinotasikan MA(3). Dua nilai pertama dari moving average akan *missing*. Nilai ketiga dari moving average adalah rata-rata dari 4, 5, 8; nilai keempat adalah rata-rata dari 5, 8, 9; dan nilai kelima dari moving average adalah rata-rata dari 8, 9, 10.

2. Metode Pemulusan Eksponensial (*Exponential Smoothing*)

Untuk metode ini ada dua jenis, yaitu: Pemulusan Eksponensial Tunggal dan Pemulusan Eksponensial Ganda. Pemulusan Eksponensial Tunggal digunakan untuk data runtut waktu yang mengikuti pola stasioner. Pemulusan Eksponensial Ganda digunakan dalam prediksi data runtut waktu yang mengikuti suatu trend linier.

2.8.5 Holt-Winter

Metode prediksi ini digunakan apabila data deret waktu menunjukkan pola trend dan musiman. Metode Holt-Winter adalah perluasan dari *Double Exponential Smoothing*, sehingga bisa disebut sebagai *Triple Exponential Smoothing*. Dalam Holt-Winter terdapat tiga persamaan, dimana dalam persamaan tersebut terdapat konstanta pemulusan, yaitu: α untuk konstanta nilai ramalan, β untuk konstanta kemiringan slope, dan γ untuk konstanta efek musiman.

Metode Holt-Winter dibagi menjadi dua, sesuai dengan pola datanya, yaitu:

1. *Additive*. Metode *Winter Additive* digunakan untuk data musiman yang konstan, baik terdapat trend maupun tidak. Konstan dalam artian data semakin lama tidak semakin membesar atau mengecil tetapi relatif tetap. Ada tiga bentuk persamaan penghalusan dalam metode *Winter Additive*, yaitu:

Penghalusan keseluruhan:

$$S_t = \alpha(X_t - I_{t-L}) + (1 - \alpha)(S_{t-1} + b_{t-1}) \quad (2.10)$$

Penghalusan trend:

$$b_t = \beta(S_t - S_{t-1}) + (1 - \beta)b_{t-1} \quad (2.11)$$

Penghalusan musiman:

$$I_t = \gamma(X_t - S_t) + (1 - \gamma)I_{t-L} \quad (2.12)$$

Untuk prediksi menggunakan metode *Winter Additive* persamaannya adalah sebagai berikut:

$$F_{t+m} = S_t + b_t m + I_{t-L+m} \quad (2.13)$$

Dimana:

X_t	=	nilai aktual pada periode akhir t
α	=	parameter penghalusan untuk data ($0 < \alpha < 1$)
β	=	parameter penghalusan untuk trend ($0 < \beta < 1$)
γ	=	parameter penghalusan untuk musiman ($0 < \gamma < 1$)
I	=	faktor penyesuaian musiman
L	=	panjang musim

F_{t+m} = ramalan untuk periode m ke depan dari t

2. *Multiplicative*. Metode multiplicative digunakan untuk data yang ukuran polanya seasonal proporsional dengan data. Maksudnya adalah pola datanya semakin lama semakin membesar atau mengecil musimannya. Bentuk persamaannya adalah sebagai berikut:

Penghalusan keseluruhan:

$$S_t = \alpha \frac{X_t}{I_{t-L}} + (1 - \alpha)(S_{t-1} + b_{t-1}) \quad (2.14)$$

Penghalusan trend:

$$b_t = \beta(S_t - S_{t-1}) + (1 - \beta)b_{t-1} \quad (2.15)$$

Penghalusan musiman:

$$I_t = \gamma \frac{X_t}{S_t} + (1 - \gamma)I_{t-L} \quad (2.16)$$

Untuk prediksi menggunakan metode *Winter Additive* persamaannya adalah sebagai berikut:

$$F_{t+m} = (S_t + b_t m) I_{t-L+m} \quad (2.17)$$

Dimana:

X_t = nilai aktual pada periode akhir t

α = parameter penghalusan untuk data ($0 < \alpha < 1$)

β = parameter penghalusan untuk trend ($0 < \beta < 1$)

γ = parameter penghalusan untuk musiman ($0 < \gamma < 1$)

I = faktor penyesuaian musiman

L = panjang musim

F_{t+m} = ramalan untuk periode m ke depan dari t

2.8.6 ARIMA (*Autoregressive Integrated Moving Average*)

Metode peramalan ARIMA adalah suatu metode yang sangat tepat untuk menangani atau mengatasi kerumitan deret waktu dan situasi peramalan lainnya. Dalam pendekatan klasik (trend analisis, dekomposisi, smoothing) mengasumsikan bahwa semua komponen kecuali *irregular part* adalah *deterministic*, yaitu fungsi fix atau konstan.

Dalam ARIMA semua komponen diperlakukan sebagai variabel *stochastic*, atau *variable random*. Metode ARIMA merupakan metode pendekatan yang modern.

Model *Autoregressive Integrated Moving Average* (ARIMA) merupakan model *Autoregressive Moving Average* (ARMA) nonstasioner yang telah didifferencing sehingga menjadi model stasioner. Sedangkan model ARMA sendiri adalah gabungan dari model *Autoregressive* (AR) dan *Moving Average* (MA).

Langkah-langkah untuk menentukan ARIMA adalah:

1. Identifikasi Model

Identifikasi model dilakukan dengan pembentukan plot data time series. Tujuannya untuk mendeteksi stasioneritas data time series. Data dikatakan stasioner apabila pola data tersebut berada disekitar nilai rata-rata dan variansi yang konstan selama waktu tertentu (tidak ada unsur trend dalam data dan tidak ada unsur musiman).

Stasioneritas juga dapat dilihat dari plot *Autocorrelation Function* (ACF) pada data tersebut. Apabila plot data ACF turun mendekati nol secara cepat, pada umumnya setelah lag kedua atau ketiga maka dapat dikatakan stasioner. *Autocorrelation* merupakan korelasi atau hubungan antar data pengamatan suatu data time series.

Apabila data tidak stasioner, maka dapat dilakukan *deferencing* (pembedaan). *Deferencing* dilakukan untuk menstasionerkan data nonstasioner. Operator *backward shift* sangat tepat untuk menggambarkan proses differencing. Penggunaan *backward shift* adalah sebagai berikut:

$$BX_t = X_{t-1} \quad (2.18)$$

Dimana:

B = *backward shift*

X_t = nilai variabel X pada waktu t

X_{t-1} = nilai variabel X pada waktu t – 1

Notasi B berfungsi untuk menggeser data satu waktu ke belakang. Misalnya saja untuk menstationerkan data *time series* yang nonstationer,

maka dapat dilakukan *differencing* orde pertama dari data. Persamaan untuk *differencing* orde pertama yaitu:

$$X'_t = X_t - X_{t-1} \quad (2.19)$$

Dimana X'_t = nilai variabel X pada waktu t setelah *differencing*

Dengan menggunakan backward shift, persamaan (2.17) dapat ditulis menjadi:

$$X'_t = X_t - BX_t \quad (2.20)$$

Atau

$$X'_t = (1 - B)X_t \quad (2.21)$$

2. Menentukan Orde AR dan MA

Setelah data terbukti stationer, langkah berikutnya adalah menentukan orde AR yang sesuai, dengan cara melihat plot ACF dan *Partial Autocorrelation* (PACF) dari data tersebut. Plot ACF dan PACF akan *cut off* setelah proses pada orde ke-p atau lag-p. Pemilihan model yang tepat dilakukan dengan mengidentifikasi orde AR dan MA.

3. Estimasi Parameter

Metode yang digunakan untuk mengestimasi parameter autoregressive yaitu Metode Kuadrat Terkecil (*least square method*). Metode Kuadrat Terkecil dinyatakan dengan persamaan berikut:

$$X_t = \varphi_1 X_{t-1} + \varphi_2 X_{t-2} + \dots + \varphi_p X_{t-p} + \varepsilon_t \quad (2.22)$$

Dari n observasi x_1, x_2, \dots, x_n parameter p $\varphi_1, \varphi_2, \dots, \varphi_p$ dapat diestimasi dengan meminimumkan jumlah kuadrat residual *Sum Squared Error* (SSE), dengan persamaan berikut:

$$S = \sum_{t=p+1}^n [X_t - \varphi_1 X_{t-1} - \dots - \varphi_p X_{t-p}]^2 \quad (2.23)$$

4. Uji Signifikansi Parameter

Uji signifikansi parameter model pada parameter *autoregressive* (AR) ditampilkan dalam hipotesis berikut:

$$H_0 : 0 = \varphi \text{ (parameter } \varphi \text{ tidaksignifikan dalam model)}$$

$H_1 : 0 \neq \varphi$ (parameter φ signifikan dalam model)

Taraf signifikansi $\alpha = 0,05$

Untuk uji statistiknya dapat menggunakan uji t , dengan persamaan sebagai berikut:

$$t_{hitung} = \frac{\varphi}{SE(\varphi)} \quad (2.24)$$

Kriteria keputusan: tolak H_0 jika $|t_{hitung}| > t_{\frac{\alpha}{2}}$, dengan derajat bebas db = n-m, dimana n banyaknya data dan m adalah banyaknya parameter dalam model.

5. Uji Asumsi Normalitas Error

Uji kenormalan model dilakukan dengan uji Kolmogorov Smirnov, dengan hipotesis sebagai berikut:

H_0 : sampel berasal dari populasi berdistribusi normal

H_1 : sampel tidak berada dari populasi berdistribusi normal

Uji normalitas dapat dilakukan dengan menggunakan software MINITAB 16. Kriteria keputusan: tolak H_0 jika nilai signifikansi $< \alpha$.

Selain melakukan uji Kolmogorov Smirnov, dilakukan uji white noise untuk memenuhi asumsi tidak ada autokorelasi residual.

2.8.7 Feed Forward Neural Network (FFNN)

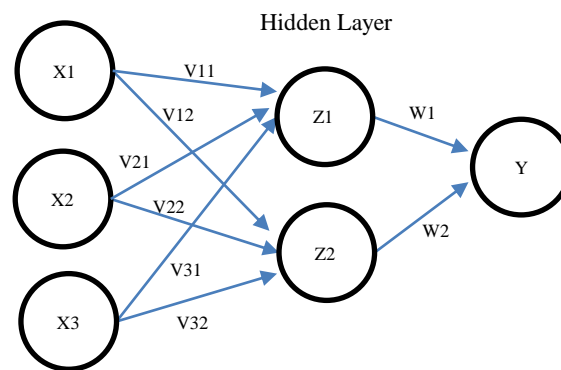
FFNN merupakan salah satu tipe dari *neural network* yang paling banyak digunakan dalam aplikasi di bidang teknik atau rekayasa, seperti pemodelan regresi, runtun waktu, dan signal processing (Suhartono, 2007). FFNN adalah jaringan syaraf tiruan (JST) dimana hubungan antar unit tidak membentuk suatu siklus, informasi hanya bergerak dalam satu arah, ke depan. JST yang digunakan adalah JST yang memiliki layer tersembunyi (*hidden layer*). Contoh arsitektur JST dengan layer tersembunyi ditunjukkan pada gambar 2.6. X adalah inputan, Z adalah layer tersembunyi, sedangkan Y adalah output. V dan W merupakan bobot dari masing-masing unit.

Dalam JST, terdapat fungsi aktivasi. Untuk FFNN fungsi aktivasinya berupa fungsi sigmoid biner, yang memiliki range (0, 1), yang ditunjukkan dalam persamaan berikut:

$$f(x) = \frac{1}{1 + e^{-x}} \quad (2.25)$$

Dalam FFNN, ada beberapa fase training untuk mendapatkan model yang terbaik, yaitu: fase propagasi maju, fase propagasi mundur, dan fase perubahan bobot. Ketiga fase tersebut diulang-ulang terus hingga kondisi penghentian terpenuhi. Umumnya kondisi penghentian yang sering digunakan adalah jumlah iterasi atau kesalahan (Siang, 2005).

Inputan pada FFNN didapat berdasarkan Partial Autocorelation (PACF), yaitu lag-lag yang signifikan. Jika data tidak stasioner, maka data distasionerkan terlebih dahulu kemudian membuat PACF. Input yang digunakan ialah lag-lag yang signifikan dan lag-lag yang signifikan ditambah dengan differencing (Lusia, 2013).



Gambar 2.6. Arsitektur JST Multilayer

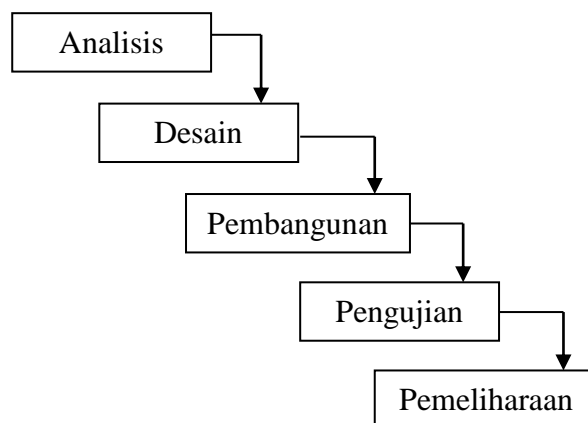
2.9 Model Pengembangan Perangkat Lunak

Model pengembangan perangkat lunak adalah sebuah metode atau tahapan dalam membangun perangkat lunak agar dapat berjalan dengan baik. Ada beberapa model pengembangan perangkat lunak, bergantung pada beberapa hal,

misalnya: karakteristik pengguna perangkat lunak, besar-kecilnya proyek perangkat lunak yang dibangun (kompleksitasnya), infrastruktur yang tersedia, sistem yang telah berjalan sebelumnya, dan sebagainya. Beberapa model pembangunan perangkat lunak tersebut antara lain:

1. *Waterfall*

Model *Waterfall* atau disebut sebagai model sekuensial linier merupakan model yang sistematis dan sekuensial. Model *Waterfall* dimulai dari tahapan analisis kebutuhan, desain, pembangunan (*development*), pengujian (*testing*), dan pemeliharaan (*maintenance*) yang masing-masing tahap harus diselesaikan terlebih dahulu sebelum menginjak ke tahap berikutnya. Tahapan-tahapan dalam model *Waterfall* dapat dilihat di Gambar 2.7.



Gambar 2.7 Pengembangan perangkat lunak dengan model *Waterfall*

Tahap analisis kebutuhan adalah tahap dimana dilakukan proses pengumpulan dan analisis terhadap kebutuhan sistem yang sesuai kebutuhan pengguna. Setelah semua kebutuhan didapatkan dan didokumentasikan, kemudian menerjemahkan kebutuhan tersebut ke dalam desain perangkat lunak (masuk ke tahap desain), yang meliputi: struktur data, arsitektur perangkat lunak, tampilan antar muka (*interface*), dan alur pemrosesan (algoritma).

Tahap selanjutnya adalah pembangunan atau pengkodean, yaitu melakukan pembangunan perangkat lunak berdasarkan desain yang telah dibuat. Hasil dari proses pengkodean akan dilakukan uji coba apakah

sudah sesuai dengan kebutuhan pengguna dan tidak terjadi kesalahan (*error*).

Setelah semua tahap tersebut dilakukan, maka tahap yang terakhir adalah pemeliharaan, karena perangkat lunak yang sudah diserahkan ke pengguna pasti akan mengalami perubahan. Perubahan dapat terjadi karena muncul kebutuhan baru oleh pengguna, atau menyempurnakan fungsionalitas yang lama.

Kelebihan dari model *Waterfall* adalah secara konsep mudah dipahami, karena berjalan secara berurutan. Model *Waterfall* sangat cocok diterapkan pada kasus dimana pengguna sangat mengerti kebutuhan perangkat lunak yang akan dibangun.

Kelemahannya adalah sangat jarang proyek riil yang mengikuti model ini, karena banyak kasus terjadi perubahan kebutuhan di luar tahap analisis kebutuhan (membutuhkan iterasi ke tahap sebelumnya). Waktu pengerjaan menggunakan model ini relatif lama, karena untuk melalui tahap berikutnya, harus menunggu tahap sebelumnya selesai. Apabila terjadi kesalahan jika tidak diketahui dari awal maka akan menimbulkan masalah besar, karena harus mengulang dari awal.

2. *Rapid Application Development (RAD)*

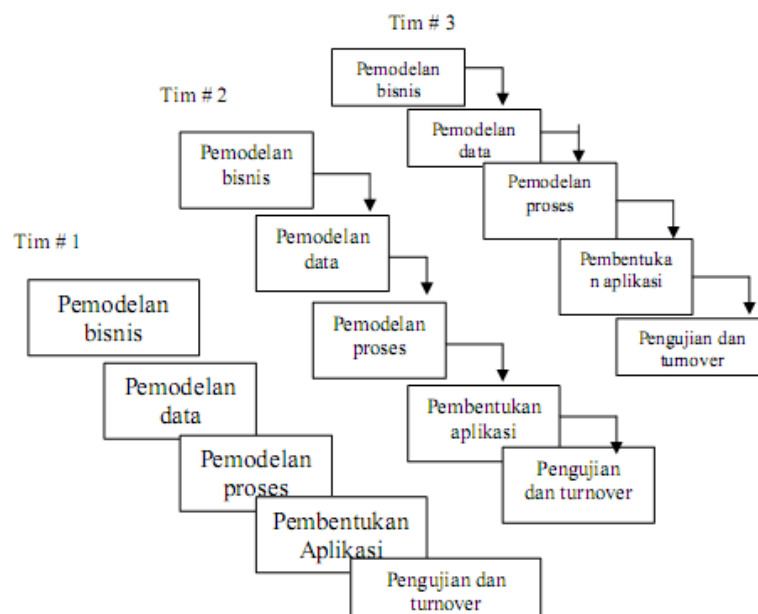
RAD adalah sebuah proses pengembangan perangkat lunak sekuensial linier yang menekankan siklus pengembangan dalam waktu yang singkat dengan pendekatan konstruksi berbasis komponen. Tahapannya mirip dengan model *Waterfall* tetapi dibagi menjadi beberapa bagian (tim) dengan tahapan yang sama sesuai dengan komponen / modulnya. Model RAD dapat diilustrasikan pada gambar 2.8.

Keunggulan model RAD yaitu waktu yang dibutuhkan untuk mengembangkan perangkat lunak relatif lebih cepat. Model RAD juga mempunyai kemampuan untuk menggunakan kembali komponen yang telah dibangun (*reusable*), sehingga pengembang perangkat lunak tidak perlu membuat kembali dari awal untuk proyek selanjutnya.

Kelemahan dari model RAD adalah memerlukan sumber daya manusia yang besar, otomatis biaya yang dibutuhkan juga lebih banyak. Selain itu dibutuhkan komitmen yang kuat antara pengembang dan pengguna untuk membangun sistem dalam waktu yang singkat.

3. *Spiral*

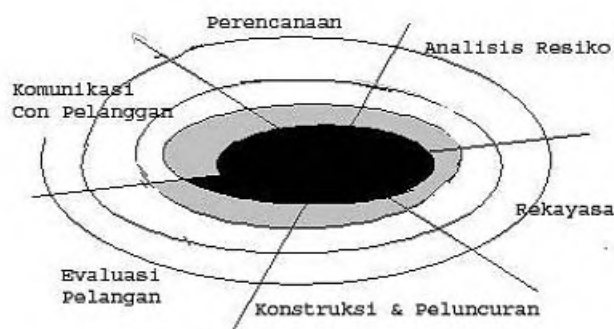
Model *Spiral* adalah model yang iteratif atau berulang yang menggabungkan antara model *prototyping* dengan cara kontrol dan aspek sistematis model sekuensial linier (*Waterfall*). Model iteratif ditandai dengan tingkah laku yang memungkinkan pengembang mengembangkan versi perangkat lunak yang lebih lengkap secara bertahap. Perangkat lunak dikembangkan dalam deretan pertambahan. Selama awal iterasi, rilis inkremental bisa berupa model/*prototype* kertas, kemudian sedikit demi sedikit dihasilkan versi sistem yang lebih lengkap. Model *Spiral* dapat diilustrasikan pada gambar 2.9.



Gambar 2.8 Pengembangan perangkat lunak dengan model *Rapid Application Development*

Dari gambar 2.9, proses dimulai dari inti bergerak searah dengan jarum jam mengelilingi spiral. Lintasan pertama putaran menghasilkan perkembangan spesifikasi produk. Putaran selanjutnya

digunakan untuk mengembangkan sebuah *prototype*, dan secara progresif mengembangkan versi perangkat lunak yang lebih canggih. Masing-masing lintasan yang melalui daerah perencanaan menghasilkan penyesuaian pada rencanan proyek. Biaya dan jadwal disesuaikan berdasarkan umpan balik yang disimpulkan dari evaluasi pelanggan. Manajer proyek akan menambah jumlah iterasi sesuai dengan yang dibutuhkan.



Gambar 2.9 Pengembangan perangkat lunak dengan model *Spiral*

Kelebihan dari model *Spiral* yaitu Pengembang dan pengguna dapat lebih mudah memahami dan bereaksi terhadap resiko setiap tingkat evolusi karena perangkat lunak terus bekerja selama proses. Selain itu dengan model *Spiral* dapat mengurangi resiko yang muncul pada saat pengembangan perangkat lunak sebelum menjadi permasalahan yang serius, karena selama proses pengembangan membutuhkan pertimbangan langsung terhadap resiko teknis. Model *Spiral* juga Lebih cocok untuk pengembangan sistem dan perangkat lunak skala besar.

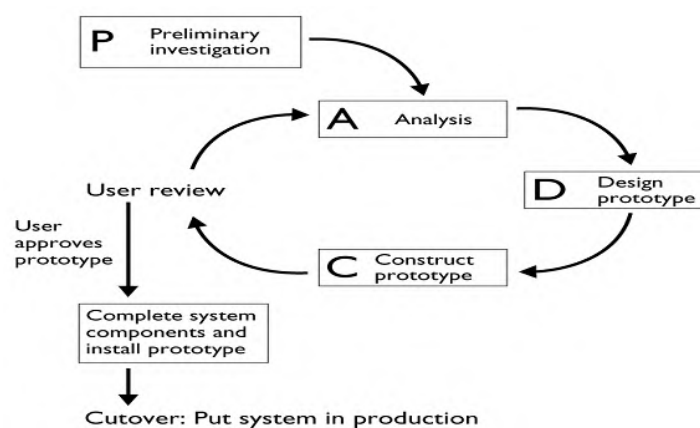
Tetapi pengembangan perangkat lunak dengan model *Spiral* juga terdapat kelemahan, antara lain: dengan menggunakan model *Spiral* pengembang sulit untuk menyakinkan pengguna bahwa pendekatan evolusioner ini bisa dikontrol. Selain itu memerlukan penaksiran resiko yang masuk akal dan akan menjadi masalah yang serius jika resiko mayor tidak ditemukan dan diatur. Model *Spiral* juga membutuhkan waktu yang lama untuk menerapkan paradigma ini menuju kepastian yang absolut.

4. Prototyping

Prototyping merupakan salah satu metode pengembangan perangkat lunak yang banyak digunakan. Dengan metode *Prototyping* ini pengembang dan pengguna dapat saling berinteraksi selama proses pembuatan sistem.

Sering terjadi seorang pengguna hanya mendefinisikan secara umum apa yang dikehendakinya tanpa menyebutkan secara detail *output*, pemrosesan dan data-data apa saja yang dibutuhkan. Sebaliknya di sisi pengembang kurang memperhatikan efisiensi algoritma, kemampuan sistem operasi dan *interface* yang menghubungkan manusia dan komputer.

Untuk mengatasi ketidakserasian antara pengguna dan pengembang, maka harus dibutuhkan kerjasama yang baik diantara keduanya sehingga pengembang akan mengetahui dengan benar apa yang diinginkan pengguna dengan tidak mengesampingkan segi-segi teknis dan pengguna akan mengetahui proses-proses dalam menyelesaikan sistem yang diinginkan. Dengan demikian akan menghasilkan sistem sesuai dengan jadwal waktu penyelesaian yang telah ditentukan. Model *Prototyping* dapat diilustrasikan pada gambar 2.10.



Gambar 2.10 Pengembangan perangkat lunak dengan model *Prototyping*

Kelebihan menggunakan model *Prototyping* yaitu: adanya komunikasi yang baik antara pengembang dan pengguna. Komunikasi yang baik ini karena pengguna berperan aktif dalam mengembangkan sistem berdasarkan *Prototype* yang diajukan oleh pengembang. Sehingga pengembang dapat bekerja lebih baik dalam menentukan kebutuhan pelanggan dan mengetahui apa yang diharapkan oleh pengguna.

Kelemahan dari model *Prototyping* antara lain: pengguna kadang tidak melihat atau menyadari bahwa perangkat lunak yang ada belum mencantumkan kualitas perangkat lunak secara keseluruhan dan juga belum memikirkan kemampuan pemeliharaan untuk jangka waktu yang lama. Selain itu dari sisi pengembang biasanya ingin cepat menyelesaikan proyek, sehingga menggunakan algoritma dan bahasa pemrograman yang sederhana untuk membuat *Prototype* tanpa memikirkan lebih lanjut bahwa program tersebut hanyalah merupakan cetak biru sistem. Kadangkala pengguna juga menginginkan kebutuhan yang tidak realistis untuk dikembangkan.

2.10 *Prototyping*

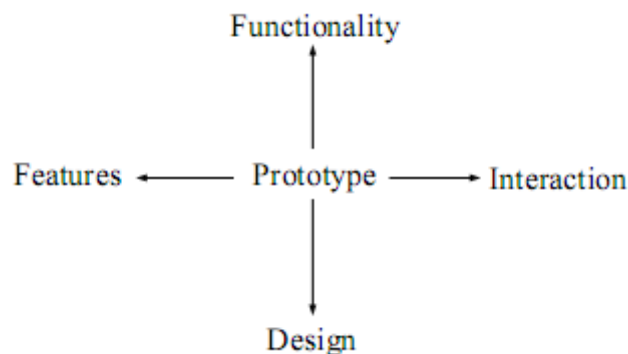
Prototype adalah segala jenis, bentuk, atau contoh asli (model) yang akan menjadi basis atau standar untuk pengembangan tahap selanjutnya. Model tersebut biasanya dibangun dari produk baru atau versi baru dari produk yang sudah ada, atau juga dibangun dari sistem yang benar-benar baru. Model tersebut adalah sebuah awal dan contoh yang khas yang menggambarkan sistem secara keseluruhan.

Metode pembangunan perangkat lunak dengan *Prototyping* mengedepankan interaksi dengan pengguna, karena pengguna sistem hanya mengetahui kebutuhan secara umum (Pressman, 2010). Sehingga diperlukan maket (*mock-up*) aplikasi untuk mendetailkan kebutuhan pengguna. Pengguna dapat memberikan umpan balik (*feed-back*) terhadap maket yang telah dibuat, kemudian hasil dari umpan balik tersebut dijadikan kebutuhan sistem yang baru yang melengkapi atau bahkan mengganti kebutuhan sistem sebelumnya. Selain

itu, dengan metode *prototyping*, produk yang nantinya akan dibangun dapat terlihat lebih awal (Neuman, 2004).

Ada beberapa cara yang berbeda untuk mengkategorikan *Prototype*. Biasanya, pengkategorian tersebut menekankan satu atau lebih titik sepanjang dimensi *Prototype* seperti yang disajikan pada Gambar 2.11, yaitu:

1. Fitur, yang menunjukkan berapa banyak fitur dari produk akhir yang termasuk dalam *Prototype*.
2. Fungsionalitas, yang menunjukkan berapa banyak fungsi dari produk akhir yang termasuk dalam *Prototype* (untuk tiap fitur).
3. Interaksi, yang menunjukkan seberapa mirip interaksi pada *Prototype* dengan interaksi pada produk akhir.
4. Desain, yang menunjukkan seberapa mirip antara desain *Prototype* dengan produk akhir (berkaitan dengan warna, gambar/grafis, desain, dan sebagainya).



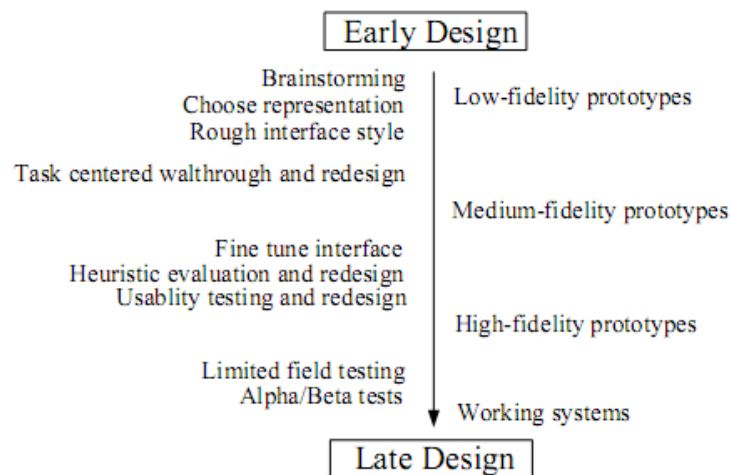
Gambar 2.11 Aspek-aspek (dimensi) yang penting dalam mengkategorikan

Prototype yang setidaknya mengandung satu dari keempat dimensi di atas disebut sebagai *low-fidelity prototype*. *Low-fidelity prototype* memiliki fungsional, fitur, dan interaksi yang terbatas. *Low-fidelity prototype* tersebut dibangun sebagian besar untuk menggambarkan konsep, alternatif desain, atau tata letak layar. Contoh umum dari *low-fidelity prototype* yaitu *storyboard*, gambar, maket kertas (*paper mockups*), dan sebagainya.

High-fidelity prototypes adalah kebalikan dari *low-fidelity prototype*, pada umumnya penuh dengan interaksi, merupakan fungsi inti produk dan sering dibangun dengan sistem *prototyping* (misal: dengan VisualBasic). *High-fidelity*

prototypes sebagian besar digunakan untuk mengeksplorasi dan mengujicoba tampilan dari produk akhir. Sebenarnya tidak ada batas pemisah yang jelas antara *low-fidelity prototype* dengan *high-fidelity prototypes*, beberapa teknik yang berbeda diantara keduanya dapat juga diklasifikasikan sebagai *medium-fidelity prototypes*.

Pengembangan perangkat lunak dengan model *Prototype* dapat berbeda tahap dalam siklus penerapannya, tergantung tujuan dari dibuatnya *Prototype* itu sendiri. Gambar 2.12 memberikan gambaran tentang bagaimana kategori *prototyping* yang berlainan dapat dimasukkan ke dalam siklus desain pengembangan perangkat lunak (*design life cycle*).



Gambar 2.12 *Prototyping* di dalam siklus pengembangan perangkat lunak

Pengembangan perangkat lunak dengan model *Prototype* sangat berguna untuk beberapa alasan berikut:

1. Validasi awal untuk kebutuhan aplikasi dilakukan oleh pengguna.
2. Pengguna dapat ikut aktif menjadi bagian dalam pengembangan produk.
3. Pengguna didorong untuk berbagi kebutuhan dan keinginan dalam pengembangan produk final.
4. Produk yang akan dikembangkan dapat terlihat lebih awal.
5. Peningkatan kerjasama dan komunikasi antara para pengembang, analis, pengguna.

6. Mengurangi resiko kegagalan proyek pengembangan perangkat lunak.

Untuk mempermudah dalam merancang perangkat lunak, khususnya yang berorientasi objek (*Object Oriented*), diperlukan sebuah bahasa yang memberikan penjelasan dalam bentuk grafik atau gambar untuk memvisualisasikan, menspesifikasikan, membangun dan pendokumentasian dari sebuah sistem pengembangan perangkat lunak. Bahasa tersebut adalah *Unified Modeling Language* (UML).

2.12 Aplikasi Mobile

Sistem aplikasi *mobile* merupakan aplikasi yang dapat digunakan walaupun pengguna berpindah dengan mudah dari satu tempat ketempat lain tanpa terjadi pemutusan atau terputusnya komunikasi (Shalahuddin, 2006). Aplikasi ini dapat diakses melalui perangkat nirkabel seperti telepon seluler/*smartphone*, *Personal Digital Assistant* (PDA), tablet, dan sebagainya. Adapun karakteristik perangkat *mobile* yaitu:

3. Ukuran relatif yang kecil. Perangkat *mobile* memiliki ukuran yang relatif kecil. Konsumen menginginkan perangkat yang mudah dibawa kemana saja untuk kenyamanan dan mobilitas mereka.
4. Kuat dan dapat diandalkan. Karena perangkat *mobile* selalu dibawa kemana saja, mereka harus cukup kuat untuk menghadapi benturan-benturan, gerakan, dan sesekali tetesan-tetesan air.
5. Selalu terhubung dengan jaringan selular, baik suara (*voice*) maupun data.
6. Mengonsumsi daya yang rendah. Perangkat *mobile* menghabiskan sedikit daya dibandingkan dengan mesin desktop.

Ada beberapa platform aplikasi *mobile* yang banyak digunakan, antara lain: Android, Windows Mobile, Symbian, iOS, dan sebagainya. Pada penelitian ini akan fokus pada pembangunan aplikasi *mobile* berbasis Android.

2.13 Aplikasi Android

Android adalah sebuah sistem operasi pada *handphone* yang bersifat terbuka (*open source*) dengan basis sistem operasi Linux. Android menyediakan platform terbuka bagi para pengembang untuk menciptakan aplikasi mereka sendiri yang akan digunakan untuk bermacam perangkat *mobile*. Adapun kelebihan dan kekurangan Android adalah sebagai berikut:

a. Kelebihan Android

1. Multitasking, yaitu kemampuan untuk membuka beberapa aplikasi sekaligus tanpa harus menutup salah satunya.
2. Kemudahan dalam memberikan notifikasi (peringatan), dimana setiap ada SMS, email, atau artikel terbaru dari *RSS Reader*, akan selalu ada notifikasi di *Home Screen* Ponsel Android.
3. Mudah mendapatkan aplikasi dan *ebook*, melalui *Android Play Store*. Selain *Android Play Store*, masing-masing vendor *Smartphone* juga menyediakan layanan untuk mendapatkan aplikasi atau *ebook* baik gratis maupun berbayar.
4. Pilihan Ponsel yang beranekaragam, hampir sebagian besar vendor ponsel menggunakan sistem operasi Android, kecuali ponsel buatan Apple, iPhone.
5. Dapat menginstal ROM yang dimodifikasi, sehingga dapat mengubah tampilan standar android sesuai dengan kebutuhan. Banyak *Costum ROM* yang bisa dipakai di ponsel Android tersedia di internet.
6. Mempunyai *Widget*, dengan adanya *Widget* di *homescreen*, pengguna bisa dengan mengakses berbagai *setting* dengan cepat dan mudah.
7. Terintegrasi dengan layanan, baik itu layanan email (Gmail), manajemen dokumen (Google Docs), penyimpanan data secara *cloud* (Google Drive), penerjemah bahasa (Google Translate), dan sebagainya.

b. Kekurangan Android

1. Koneksi Internet yang terus menerus. Kebanyakan ponsel berbasis Android memerlukan koneksi internet yang simultan atau terus menerus aktif. Koneksi internet yang selalu aktif setiap waktu itu mengharuskan pengguna berlangganan paket internet sesuai dengan kebutuhan, agar tidak kehilangan pulsa.
2. Aplikasi di Ponsel Android memang bisa didapatkan dengan mudah dan gratis, namun konsekuensinya di setiap Aplikasi tersebut, akan selalu muncul iklan baik bagian atas atau bawah aplikasi.

BAB 3

METODOLOGI PENELITIAN

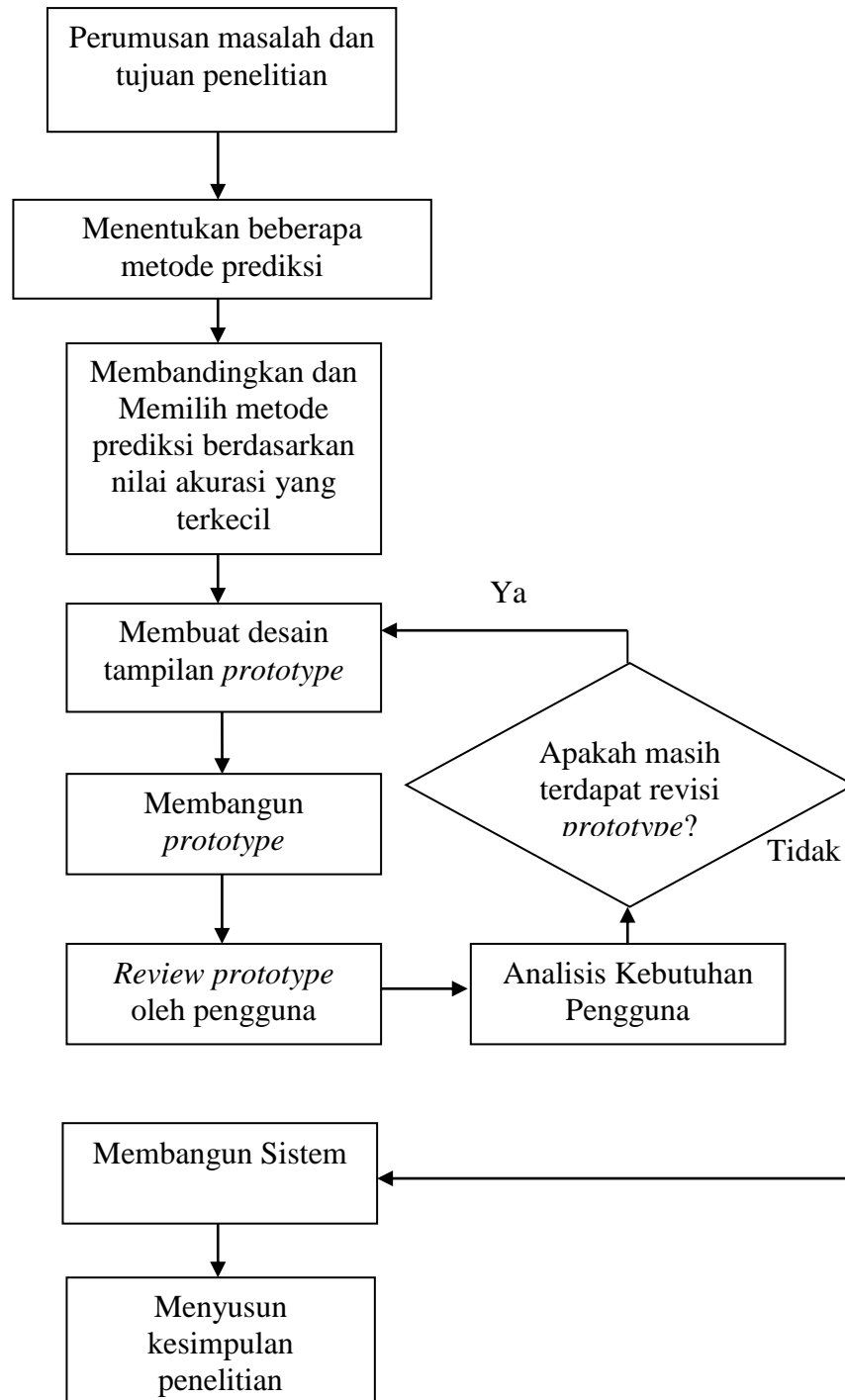
Pengguna sistem ini adalah pimpinan di Dipenda Jatim, yaitu: Kepala Dinas Pendapatan Provinsi Jawa Timur (pejabat eselon II), Kepala Bidang, Sekretaris, dan Kepala Unit Pelaksana Teknis Dipenda Jatim (pejabat eselon III). Untuk itu, metode pembangunan perangkat lunak yang digunakan adalah metode *Prototyping*, karena pengguna sistem ini hanya mengetahui kebutuhan secara umum (Pressman, 2010). Sehingga diperlukan maket (*mock-up*) aplikasi untuk mendetailkan kebutuhan pengguna. Pengguna dapat memberikan umpan balik (*feed-back*) terhadap maket yang telah dibuat, kemudian hasil dari umpan balik tersebut dijadikan kebutuhan sistem yang baru yang melengkapi atau bahkan mengganti kebutuhan sistem sebelumnya. Selain itu, dengan metode *prototyping*, produk yang nantinya akan dibangun dapat terlihat lebih awal (Neuman, 2004).

Ada beberapa pendekatan yang berbeda untuk membuat *prototype* sistem, yaitu: dari sisi fitur, fungsi, interaksi, dan desain (Neuman, 2004). Pada penelitian ini, *prototype* yang dibuat lebih menekankan kepada desain tampilan akhir dimana pengguna melakukan interaksi terhadap sistem.

Langkah-langkah penelitian dalam thesis ini mengikuti diagram alur sesuai dengan metode *Prototyping* yang ditunjukkan pada gambar 3.1. Penelitian ini dimulai dari perumusan masalah dan tujuan penelitian, kemudian dilanjutkan dengan penentuan metode prediksi yang sesuai dengan karakteristik data Penerimaan PAD. Setelah itu akan dibuat desain tampilan *prototype*. Berdasarkan desain tersebut, maka dibuatlah *prototype*. Setelah itu akan dilakukan *review prototype* oleh pengguna. Hasil *review* oleh pengguna akan dianalisis kebutuhan penggunaanya. Output dari analisis kebutuhan pengguna akan ditentukan metode prediksinya kembali. Siklus tersebut akan terus berlangsung sampai dengan tidak ada umpan balik lagi dari pengguna atas *prototype* yang telah dibangun (matang).

Setelah desain *prototype* telah matang, maka akan dibangun sistem secara keseluruhan. Setelah sistem tersebut jadi, maka akan dilakukan *review* kembali oleh pengguna. Apabila hasil *review* tersebut masih ada yang belum

sesuai dengan kebutuhan pengguna, maka akan disempurnakan kembali sistem tersebut.



Gambar 3.1 Diagram alur metodologi penelitian

3.1 Perumusan Masalah dan Tujuan Penelitian

Pada bagian ini kita akan melakukan perumusan masalah yang melatarbelakangi penelitian ini. Perumusan masalah disusun berdasarkan kondisi yang terjadi pada saat ini (kondisi aktual di lapangan). Hasil penelitian ini nantinya harus menjawab permasalahan yang telah dirumuskan.

Setelah merumuskan permasalahan, kemudian menyusun tujuan penelitian, yang dapat memberikan manfaat kepada pemerintah provinsi Jawa Timur khususnya Dinas Pendapatan Provinsi Jawa Timur. Tujuan penelitian ini menggambarkan secara singkat bentuk penelitian yang akan dilakukan.

3.2 Menentukan Beberapa Metode Prediksi

Untuk menentukan beberapa metode prediksi, yang dilakukan pertama adalah pengumpulan data penerimaan PAD yang diperlukan dalam Sistem Peringatan Dini. Secara garis besar, data yang akan dihimpun ada dua, yaitu: data target penerimaan PAD dan data realisasi penerimaan PAD. Data yang dihimpun merupakan data time series, yang disusun berdasarkan urutan waktu, baik harian, mingguan, maupun bulanan.

Setelah itu akan ditentukan beberapa metode prediksi yang sesuai dengan karakteristik data time series yang telah dikumpulkan. Untuk dapat menentukan metode prediksi yang tepat, diperlukan studi literatur pada penelitian sebelumnya.

3.3 Membandingkan dan Memilih Metode Prediksi Berdasarkan Nilai Kesalahan Terkecil

Tahap berikutnya adalah pengujian atas beberapa metode Prediksi yang telah ditentukan. Pengujian dilakukan dengan menggunakan data penerimaan PAD pada tahun-tahun sebelumnya. Model yang dihasilkan dari metode prediksi yang paling mendekati data yang sebenarnya yang akan dipilih ke dalam sistem. Output dari tahap ini adalah daftar metode prediksi yang dapat digunakan untuk memprediksi penerimaan PAD, baik secara global, maupun tiap jenis penerimaan penerimaan PAD.

Untuk menentukan metode awal prediksi data penerimaan PAD, maka dapat dianalisis berdasarkan pola data yang dibentuk data tersebut.

3.4 Membuat Desain Tampilan *Prototype*

Pada tahap ini akan dirancang desain tampilan *prototype* yang akan dibangun. Desain ini disesuaikan dengan hasil dari perumusan masalah dan tujuan penelitian ini. Desain *prototype* ini dibuat menggunakan *tools* pengolahan gambar. Output dari tahap ini adalah desain tampilan sistem dalam bentuk dua dimensi, dimana pengguna berinteraksi dengan sistem.

3.5 Membangun *Prototype*

Pada tahap ini akan dibangun *prototype* sesuai dengan rancangan desain *prototype*. *Prototype* ini dibuat menggunakan *tools* untuk membangun aplikasi berbasis *mobile*. Output dari tahap ini adalah *prototype* sistem yang sudah dapat berjalan (*running*) di perangkat *mobile*, seperti: *smartphone* atau *tablet*.

3.6 Review *Prototype* Oleh Pengguna

Pada tahap ini akan ditunjukkan *prototype* yang telah dibangun ke pengguna, untuk menggali *feed-back* dari pengguna. Output dari tahap ini adalah dokumen *feed-back* dari pengguna.

3.7 Analisis Kebutuhan Pengguna

Hasil umpan balik dari pengguna akan dirumuskan di tahap ini. Bagian mana dari *feed-back* yang masuk ke dalam kebutuhan fungsional, mana yang termasuk kebutuhan non fungsional. Output dari tahap ini adalah dokumen *Software Requirement Specification* (SRS).

3.8 Membangun Sistem

Hasil dari siklus pembuatan *prototype*, *review prototype* oleh pengguna, dan analisis kebutuhan pengguna, apabila telah matang (tidak ada umpan balik lagi dari pengguna atas *prototype* yang telah dibangun), akan dilakukan

pembangunan sistem secara keseluruhan. Output dari tahap ini adalah sebuah aplikasi yang siap digunakan oleh pengguna.

3.9 Menyusun Kesimpulan Penelitian

Hasil dari keseluruhan tahap dalam proses pembangunan sistem peringatan dini ini dijadikan bahan untuk membuat kesimpulan penelitian.

BAB 4

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Penentuan Metode Prediksi

Penentuan metode prediksi yang tepat untuk sistem peringatan dini dilakukan dengan membandingkan nilai MAD, MSD, dan RMSE pada masing-masing metode prediksi untuk tiap jenis penerimaan. Dilakukan perbandingan nilai kesalahan untuk tiap jenis penerimaan karena tiap jenis penerimaan PAD memiliki karakteristik yang berbeda, baik dari segi frekuensi/waktu penerimaan maupun jumlah penerimaan. Perbedaan karakteristik data PAD menyebabkan terdapat *outlier* data. *Outlier* data tersebut dapat mempengaruhi keakuratan hasil prediksi. Dengan melihat karakteristik data penerimaan PAD, maka *outlier* data dapat lebih terlihat.

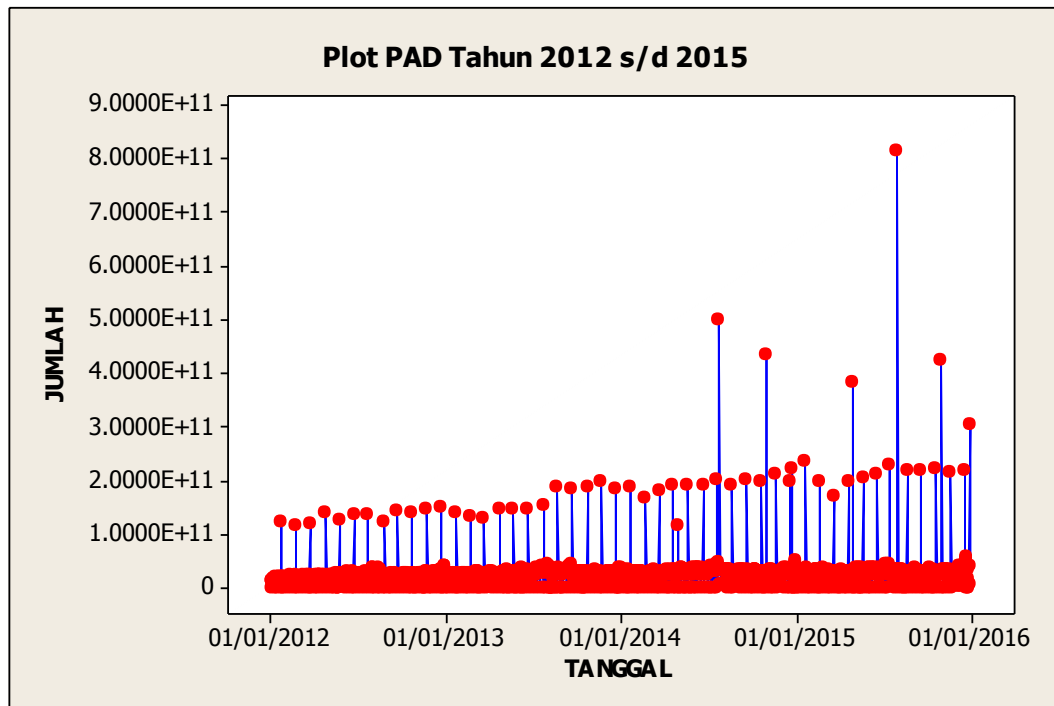
4.1.1 Karakteristik Data PAD

Seperti yang telah diuraikan pada Bab 2, PAD terdiri atas PKB, BBNKB, PBBKB, PAP, Pajak Rokok, RJU, dan PLL. Masing-masing penerimaan memiliki frekuensi penerimaan yang berbeda dengan jumlah yang berbeda pula. Apabila dikelompokkan berdasarkan jumlah penerimaannya, maka kelompok penerimaan yang besar adalah PKB, BBNKB, PBBKB, dan Pajak Rokok. Sedangkan untuk kelompok penerimaan yang kecil adalah PAP, RJU, dan PLL.

Apabila dikelompokkan berdasarkan frekuensi penerimaannya, yang frekuensi penerimaannya tinggi (diterima setiap hari) adalah PKB dan BBNKB. Sedangkan yang frekuensi penerimaannya sedang (diterima tidak setiap hari) adalah PAP, RJU, dan PLL. PBBKB dan Pajak Rokok masuk kelompok penerimaan yang frekuensi penerimaannya rendah (dalam satu tahun hanya ada beberapa kali penerimaan).

Gambar 4.1 menunjukkan plot dari penerimaan harian PAD pada tahun 2012 sampai dengan 2015 yang dihasilkan dengan menggunakan *software* Minitab 16. Pada gambar tersebut dapat dilihat bahwa terdapat *outlier* data, terutama pada data penerimaan tahun 2014 dan 2015. Pada tahun tersebut terdapat penerimaan

PAD baru, yaitu Pajak Rokok. Pada plot gambar 4.1 terdapat 6 titik *outlier*, yang berada di luar kelompok data.



Gambar 4.1 Time Series Plot Penerimaan harian PAD Tahun 2012 s/d 2015

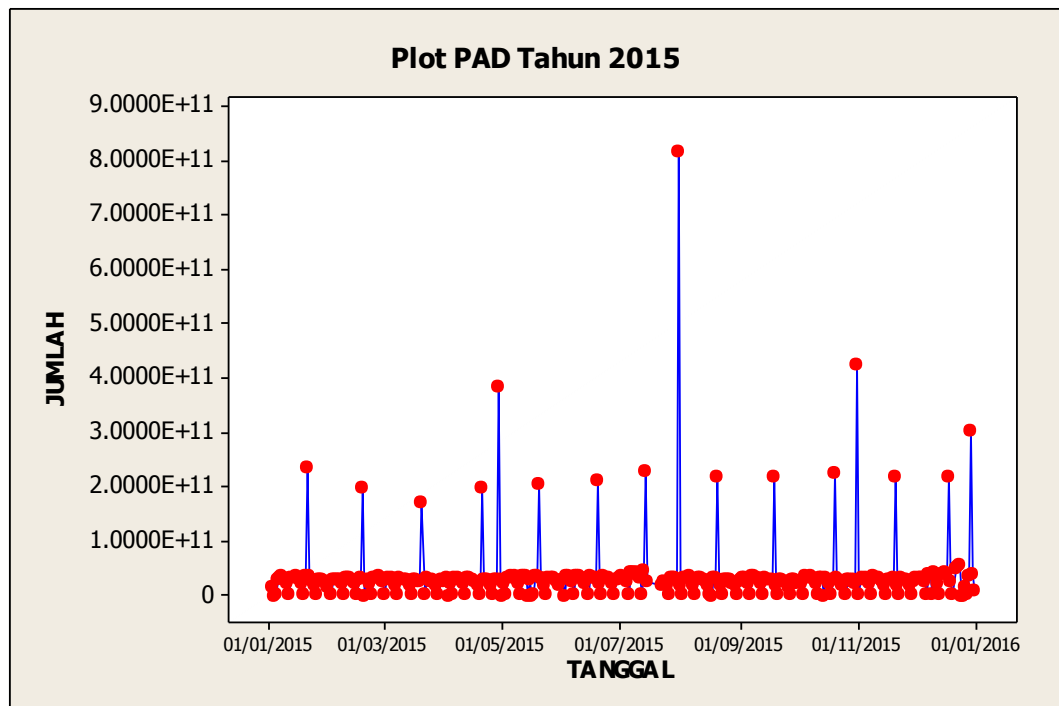
Untuk dapat melihat lebih jelas data *outlier*, maka dapat dilihat plot penerimaan harian PAD khusus tahun 2015 dan 2014 pada gambar 4.2 dan 4.3. Penerimaan PAD tahun 2015 dan 2014 juga dapat mewakili penerimaan PAD untuk tahun berikutnya.

Pada gambar 4.2 dapat dilihat bahwa terdapat 16 penerimaan dengan jumlah yang lebih tinggi dari penerimaan lainnya. Dari jumlah tersebut, terdapat 4 penerimaan dengan jumlah yang lebih besar. Keempat penerimaan tersebut adalah penerimaan yang berasal dari Pajak Rokok. Sedangkan 12 penerimaan yang lain berasal dari PBBKB.

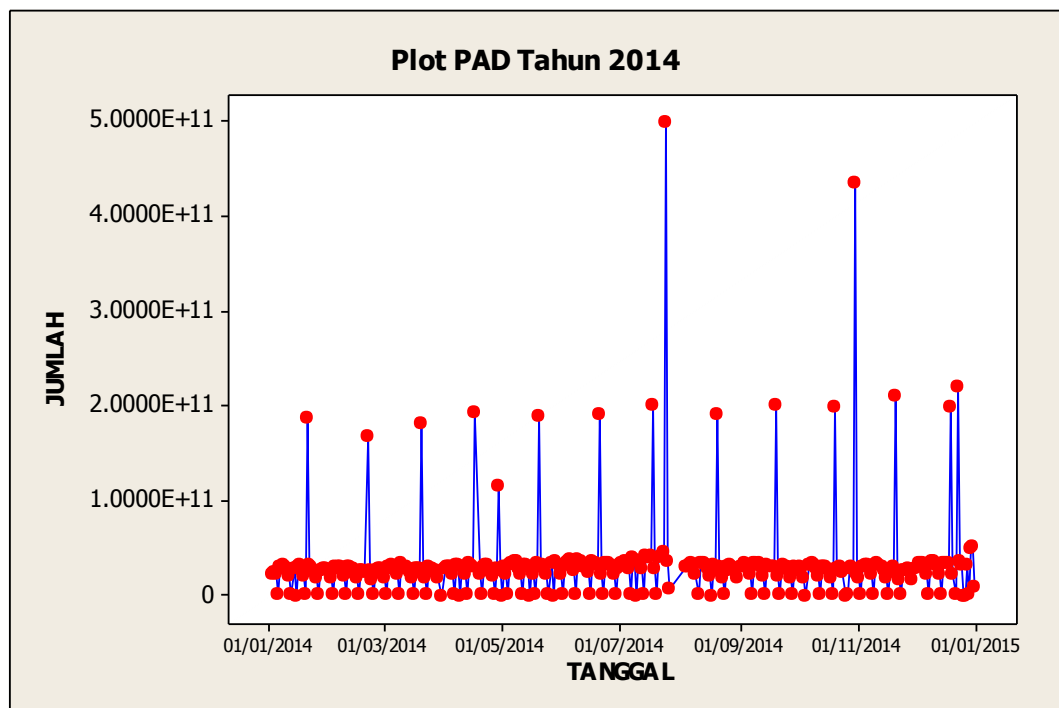
Demikian juga dengan gambar 4.3, juga terdapat 16 penerimaan dengan jumlah yang lebih tinggi dari penerimaan yang lain. 4 penerimaan dengan jumlah yang lebih besar berasal dari Pajak Rokok sedangkan 12 penerimaan lainnya berasal dari PBBKB.

Berdasarkan pola datanya, apabila dilihat dari plot penerimaan harian PAD pada gambar 4.1, data bersifat trend naik. Tetapi karena banyak terdapat

oulier dengan selisih jumlah yang besar, maka hasil peramalan yang dihasilkan menjadi tidak baik apabila data yang digunakan untuk membuat model adalah data penerimaan PAD secara keseluruhan.



Gambar 4.2 Time Series Plot Penerimaan PAD Tahun 2015



Gambar 4.3 Time Series Plot Penerimaan PAD Tahun 2014

4.1.2 Pemilihan Data Prediksi

Data yang dianalisis adalah data penerimaan dari masing-masing jenis penerimaan. Data dibagi menjadi dua bagian, data training dan data testing. Data training adalah data yang digunakan untuk membangun model dari setiap metode prediksi. Sedangkan data testing digunakan untuk menguji model yang dihasilkan. Data yang digunakan sebagai data training adalah data penerimaan tahun 2012 sampai dengan 2012 serta sebagian tahun 2015. Nilai kesalahan yang nantinya digunakan sebagai pembandingan adalah nilai kesalahan hasil perhitungan data testing.

Uji coba metode prediksi dilakukan setiap triwulan dimulai dari tanggal dan bulan pertama. Penentuan jangka waktu prediksi ini sesuai dengan penetapan target yang ada di Dipenda Jatim yang juga dilakukan setiap triwulan. Untuk itu pengujian metode prediksi dilakukan dengan jangka waktu 12 bulan (1 tahun), 9 bulan, 6 bulan, dan 3 bulan.

Prediksi selama 12 bulan dilakukan pada tanggal 1 Januari. Prediksi selama 12 bulan ini menggunakan dasar data penerimaan di tahun sebelumnya. Prediksi penerimaan 1 tahun ke depan ini dapat digunakan sebagai bahan penentuan target penerimaan PAD.

Prediksi selama 9 bulan dilakukan pada tanggal 31 Maret. Prediksi dalam jangka waktu ini menggunakan dasar data penerimaan tahun sebelumnya dan sebagian data penerimaan tahun berjalan mulai tanggal 1 Januari sampai dengan 31 Maret. Dengan menghitung prediksi selama 9 bulan ini maka dapat diketahui secara dini penerimaan PAD apakah mencapai target atau tidak.

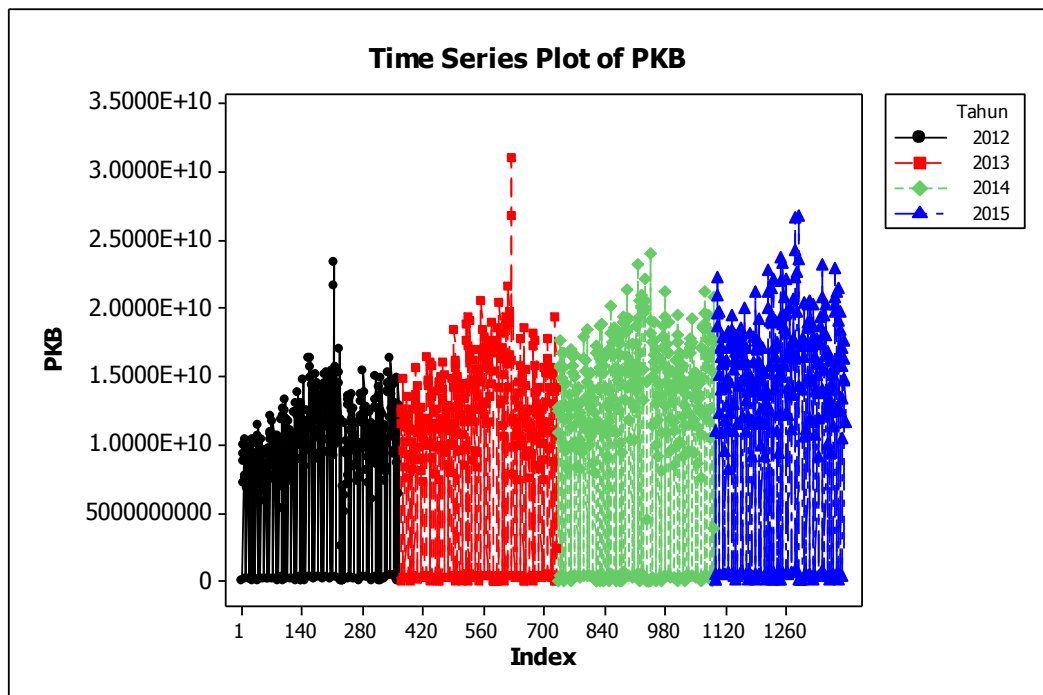
Untuk prediksi selama 6 bulan dilakukan pada tanggal 30 Juni dan prediksi selama 3 bulan dilakukan pada tanggal 30 September. Sama seperti prediksi selama 9 bulan, prediksi selama 6 bulan dan 3 bulan menggunakan dasar data penerimaan tahun sebelumnya dan sebagian data penerimaan tahun berjalan, mulai 1 Januari sampai dengan tanggal dilakukannya prediksi.

4.1.3 Analisis Data Menggunakan ARIMA

Pada bagian ini akan dijelaskan analisis data menggunakan metode ARIMA. Sebagai contoh, maka akan dilakukan analisis terhadap data penerimaan

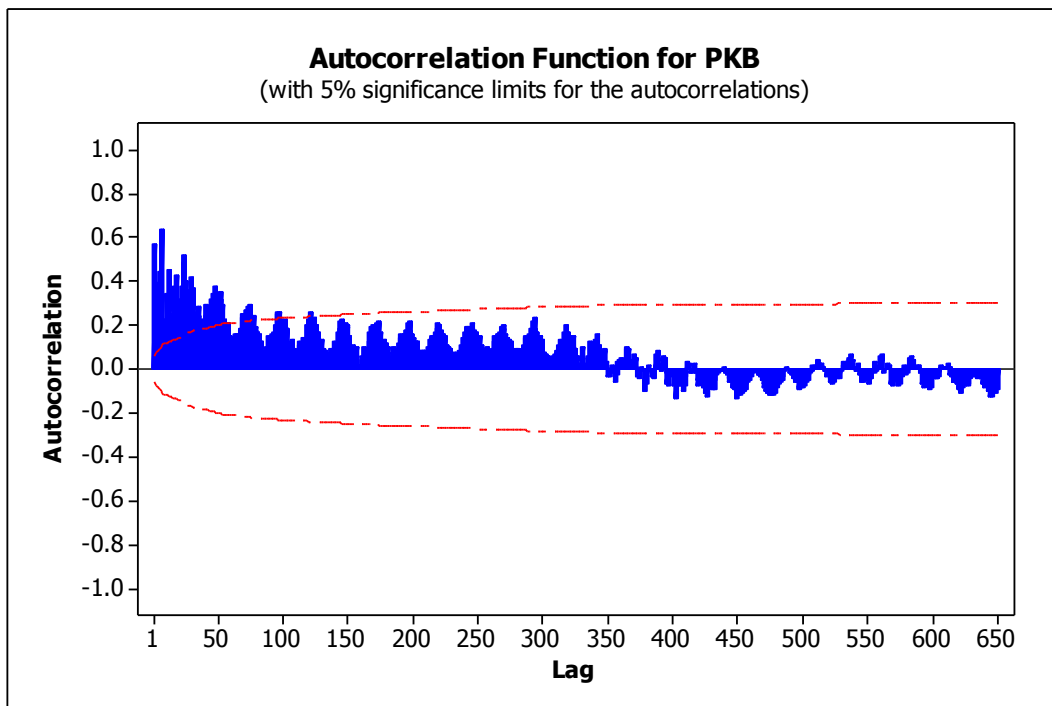
PKB mulai dari tahun 2012 sampai dengan 2015 khusus data penerimaan hari kerja. Dipilih hanya data penerimaan hari kerja, untuk meminimalisir data *outlier*. Hasil dari perhitungan ini, maka dapat ditentukan apakah ARIMA dapat digunakan sebagai metode prediksi pada sistem peringatan dini atau tidak.

Ada beberapa tahap dalam memprediksi data menggunakan ARIMA. Tahap pertama adalah identifikasi model. Berdasarkan gambar 4.4 yang menampilkan plot *Time Series* dari PKB, maka dapat disimpulkan bahwa terdapat musiman orde tahunan (365 untuk semua hari dan 293 untuk hari kerja). Selain itu, pada plot tersebut terlihat bahwa data tidak stasioner dalam *mean* (baik regular maupun musiman) dan tidak stasioner dalam varian.



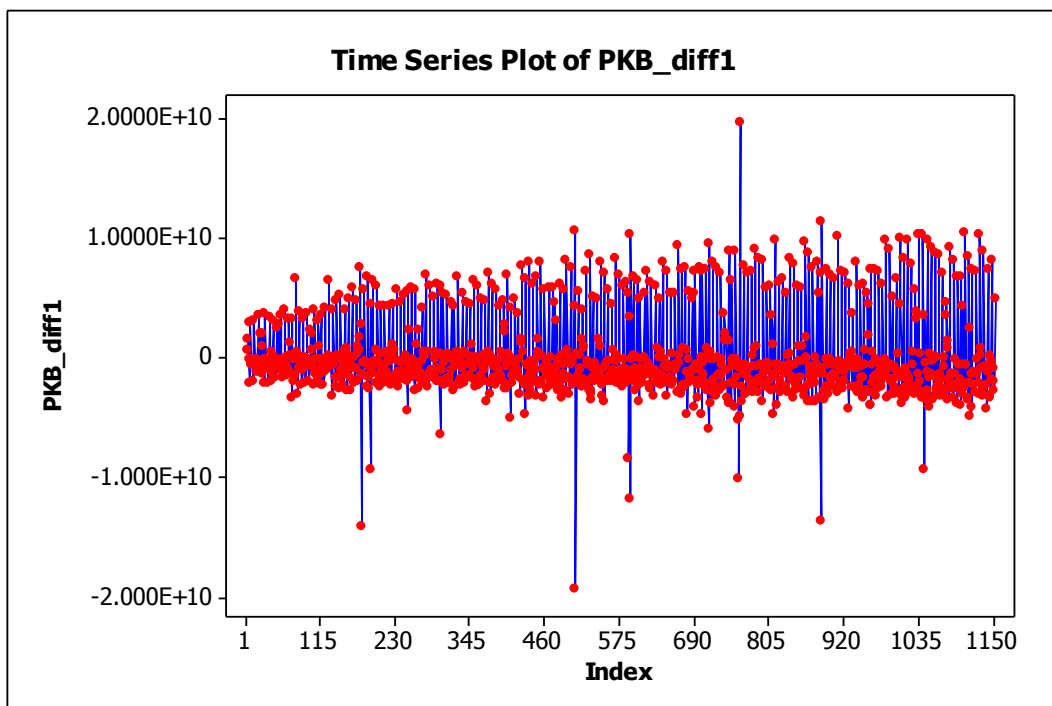
Gambar 4.4 Time Series Plot Penerimaan PKB Tahun 2012 s/d 2015

Dengan melihat grafik *autocorrelation function* (ACF) juga dapat ditunjukkan kestasioneran data. Gambar 4.5 merupakan grafik ACF untuk data PKB harian. Pada grafik tersebut dapat dilihat bahwa ACF turun lambat, yang menandakan data tidak stationer. Selain itu, banyak data yang berada dalam posisi *outlier* (berada di luar garis merah pada ACF).

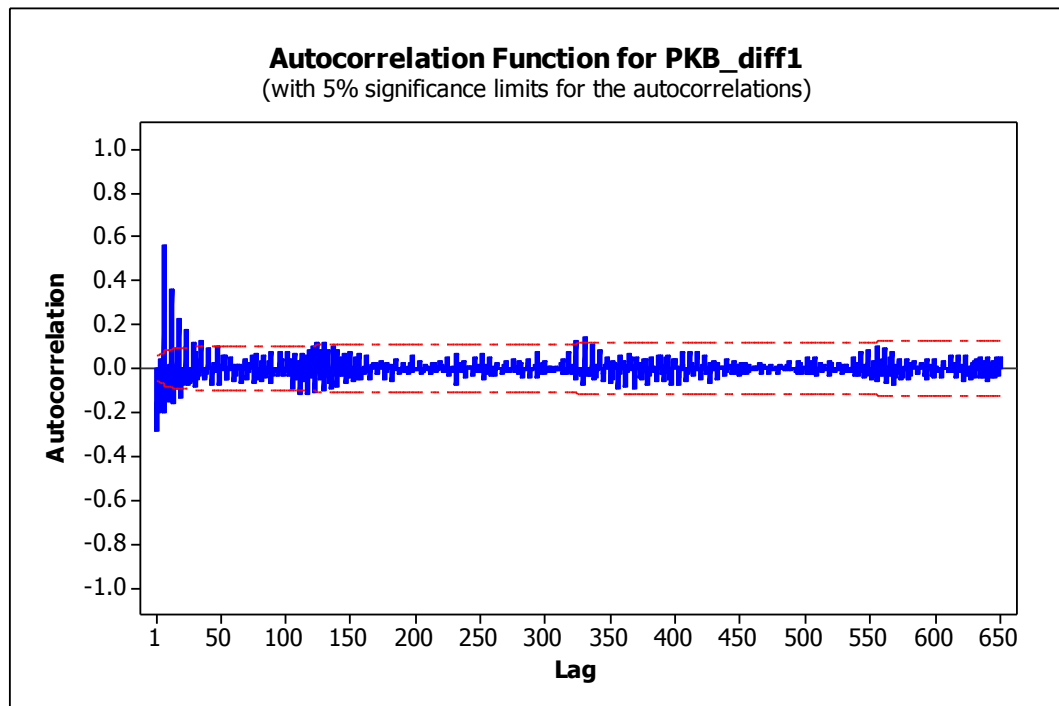


Gambar 4.5 Grafik ACF untuk data penerimaan PKB tahun 2012 s/d 2015

Karena data tidak stationer, maka dilakukan *differencing* orde 1. Hasil dari differencing dapat dilihat pada gambar 4.6. Pada gambar plot tersebut terlihat bahwa data masih tidak stationer dalam varian. Grafik ACF pada gambar 4.7 juga menunjukkan bahwa data tidak stationer, dimana ACF turun lambat.



Gambar 4.6 plot data penerimaan PKB setelah dilakukan differencing orde 1

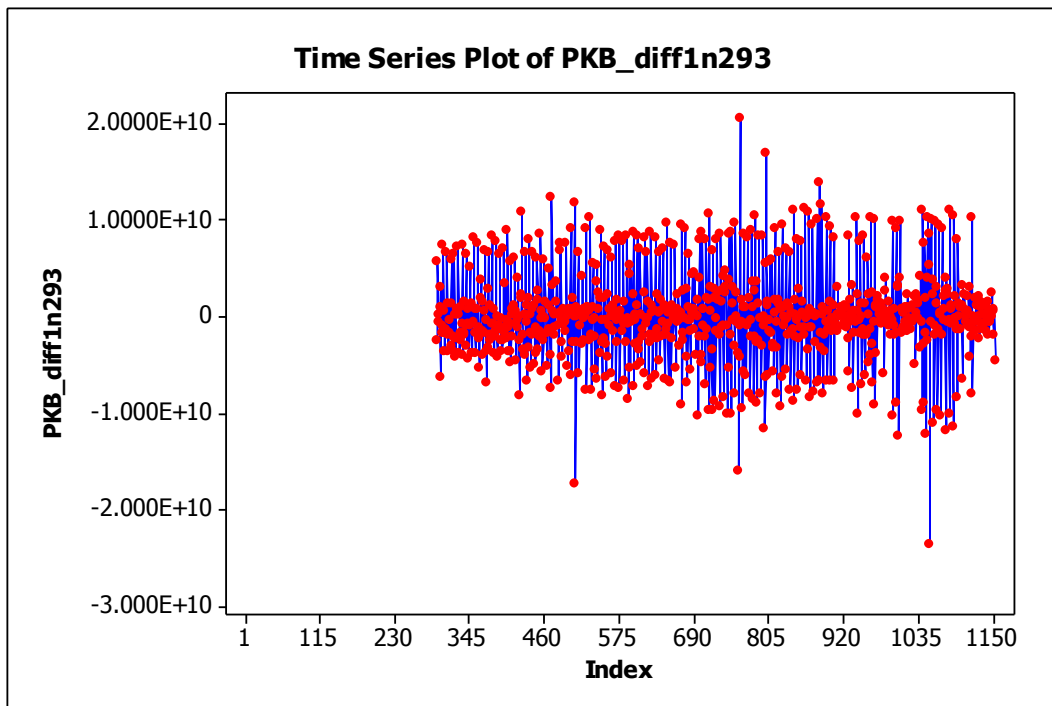


Gambar 4.7 ACF data penerimaan PKB setelah dilakukan differencing orde 1

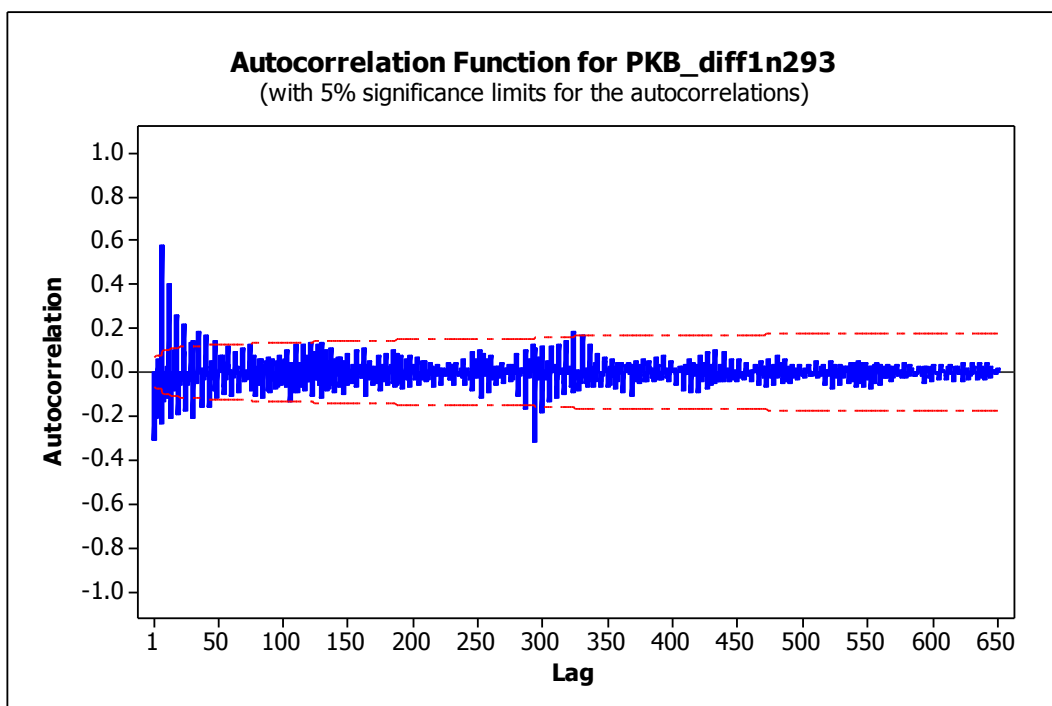
Karena data masih tidak stationer, maka dilakukan *differencing* orde 293. 293 merupakan jumlah hari dalam satu tahun untuk data penerimaan hari kerja. Melihat plot pada gambar 4.4, patut diduga bahwa musiman dalam data tersebut adalah tahunan (293 hari).

Hasil dari proses *differencing* tersebut, dapat dilihat pada gambar 4.8. Pada gambar plot tersebut terlihat bahwa data lebih stationer dan masih memiliki beberapa *outlier*. Untuk lebih memastikan, maka dapat dilihat grafik ACF pada gambar 4.9. Dalam grafik ACF terlihat bahwa ACF *dies down* baik regular dan musiman, yang menunjukkan bahwa data telah stationer.

Berdasarkan tahap identifikasi model pada ARIMA, maka ada beberapa alasan mengapa metode ARIMA tidak dipilih sebagai metode prediksi untuk sistem peringatan dini yang akan dibangun. Pertama, di dalam tahap identifikasi model pada ARIMA dibutuhkan pendekatan secara visual (melihat plot *time series* secara langsung). Pendekatan secara visual ini tidak dimungkinkan terjadi pada sistem peringatan dini, karena sistem akan bekerja secara otomatis.



Gambar 4.8 Plot data penerimaan PKB setelah dilakukan differencing orde 293



Gambar 4.9 ACF data penerimaan PKB setelah dilakukan differencing orde 293

Kedua, ARIMA mengharuskan data stasioner dalam rata-rata (*mean*) maupun dalam varian. Sedangkan data penerimaan PAD (yang diwakili oleh data

penerimaan PKB) tidak stationer baik dalam rata-rata maupun dalam varian. Untuk menstationerkannya dibutuhkan proses *differencing* berkali-kali.

4.1.4 Pajak Kendaraan Bermotor (PKB)

Penjelasan mengenai karakteristik data PKB, perhitungan masing-masing metode prediksi, dan perbandingan hasil perhitungan antar metode prediksi akan dijelaskan pada pembahasan dibawah ini.

4.1.4.1 Karakteristik Data PKB

Pembayaran PKB dilakukan selama setahun sekali untuk satu kendaraan bermotor. Pembayarannya sendiri dapat dilakukan pada hari kerja, maupun hari libur, karena terdapat fasilitas pembayaran yang buka pada hari libur, seperti Samsat Corner yang ada di pusat perbelanjaan. Selain itu, juga terdapat fasilitas e-channel yang memungkinkan Wajib Pajak membayar PKB melalui fasilitas perbankan, yaitu: internet banking, sms banking, dan ATM, dimana fasilitas tersebut online selama 24 jam non stop.

Gambar 4.4 menunjukkan Time Series Plot dari PKB yang dibuat menggunakan Minitab 16. Dari gambar tersebut dapat dilihat bahwa data penerimaan PKB memiliki kecenderungan naik dari tahun ke tahun (memiliki trend naik). Jika dilihat dari musimannya, pada data penerimaan PKB terdapat musiman tahunan, dimana akan terus naik pada periode tertentu, kemudian turun sampai dengan akhir tahun.

Dari gambar tersebut juga dapat dilihat bahwa terdapat jumlah penerimaan PKB yang sangat besar pada hari-hari tertentu daripada hari-hari yang lain (*outlier*). Penerimaan yang besar tersebut terjadi karena pada waktu tersebut terdapat program pemutihan yang memiliki efek besar terhadap penerimaan PKB, yaitu pada tahun 2012 dan 2013. Pemutihan tersebut berlaku untuk semua jenis kendaraan. Sedangkan pemutihan tahun 2014 hanya berlaku selain roda 4, sehingga tidak memiliki pengaruh besar terhadap jumlah penerimaan PKB.

Data yang dianalisis adalah data penerimaan harian PKB, dengan membagi data menjadi dua bagian, data training dan data testing. Nilai kesalahan

yang nantinya digunakan sebagai pembanding adalah nilai kesalahan hasil perhitungan data testing.

Pada data PKB, dilakukan pengujian terhadap data hari kerja dan data seluruh hari, baik hari kerja maupun hari libur. Dilakukan dua pengujian ini karena selisih penerimaan antara hari kerja, dimana semua layanan pembayaran PKB buka, dengan hari libur, dimana hanya layanan tertentu saja yang buka, sangat besar. Ada waktu tertentu pada hari libur tidak ada penerimaan sama sekali (Rp 0,-), misalnya: hari raya idul fitri dan cuti bersama hari raya idul fitri, hari natal, dan hari-hari libur nasional lainnya.

Jumlah penerimaan maksimal pada hari libur dalam rentang tahun 2012 s/d 2015 sebesar Rp 3.175.915.350,- pada hari Minggu. Jumlah sebesar itu karena pengaruh program pemutihan PKB. Apabila kondisi normal, maka jumlah penerimaan maksimal pada hari libur dalam rentang waktu yang sama sebesar Rp 631.666.300,-.

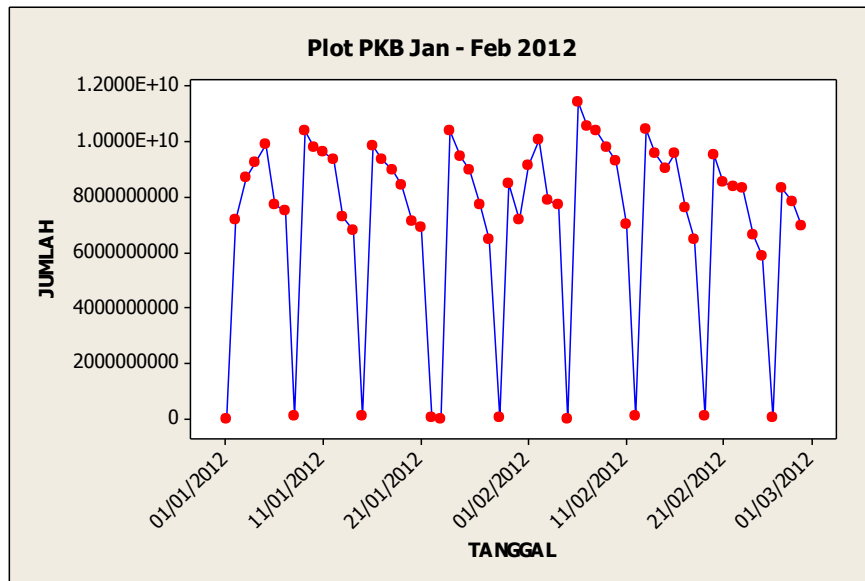
Sedangkan jumlah penerimaan maksimal pada hari kerja dalam rentang waktu yang sama sebesar Rp 39.024.583.413,-. Untuk penerimaan minimal pada hari kerja dalam rentang waktu yang sama sebesar Rp 2.415.165.842,-. Untuk dapat membandingkan selisih antara jumlah penerimaan hari kerja dan hari libur, dapat dilihat pada tabel 4.1.

Tabel 4.1. Selisih penerimaan antara Hari Kerja dan Hari Libur

JUMLAH PENERIMAAN	HARI KERJA	HARI LIBUR	SELISIH
MINIMAL	2,415,165,842	0	2,415,165,842
MAKSIMAL	39,024,583,413	631,666,300	38,392,917,113
RATA-RATA	13,865,062,541	214,146,845	13,650,915,695

Gambar 4.8 memperlihatkan grafik penerimaan PKB ada bulan Januari – Februari 2012 yang dibuat menggunakan Minitab 16. Data penerimaan secara detail ada di halaman lampiran. Grafik tersebut mewakili jumlah penerimaan pada bulan dan tahun berikutnya, dimana terdapat pola musiman mingguan (7 hari).

Penerimaan hari Senin akan naik, kemudian akan menurun pada hari-hari berikutnya, dan akan menurun drastis pada hari Minggu.



Gambar 4.10 Time Series Plot PKB bulan Januari s/d Februari 2012

Dengan membandingkan hasil perhitungan nilai kesalahan pada hari kerja dengan semua hari diharapkan akan mendapatkan metode prediksi yang lebih baik. Selain itu, juga membandingkan efek musiman, yaitu dengan membandingkan musiman satu tahun dengan musiman mingguan. Banyaknya data yang digunakan sebagai data training juga dibandingkan, dengan menggunakan data penerimaan PKB dari tahun 2012 apakah memberikan hasil lebih baik dibandingkan dengan data 1 tahun atau 2 tahun terakhir. Sehingga ada tiga hal yang diperbandingkan untuk mendapatkan hasil peramalan yang lebih baik untuk jenis penerimaan PKB, yaitu:

- Perbandingan pemilihan data (penerimaan hari kerja dibandingkan dengan penerimaan semua hari)
- Perbandingan efek musiman (musiman 1 tahun dibandingkan dengan 1 minggu)
- Perbandingan jumlah data training (data sejak tahun 2012 dibandingkan dengan data sejak tahun 2013 dan 2014)

Masing-masing data yang dibandingkan tersebut akan dilakukan perhitungan dengan metode prediksi untuk data time series. Berikut ini akan

diulas perhitungan prediksi menggunakan metode rata-rata, *Single Exponential Smoothing*, *Trend Analysis*, *Winter Additive*, dan FFNN.

4.1.4.2 Perhitungan Prediksi Menggunakan Rata-rata

Metode rata-rata adalah metode prediksi yang digunakan saat ini. Prediksi pada awal tahun anggaran baru dilakukan dengan mengambil rata-rata data PAD pada 1 (satu) tahun sebelumnya. Sedangkan periode berikutnya, dengan mengambil rata-rata pada awal tahun anggaran tersebut sampai dengan tanggal terakhir penerimaan PAD. Untuk menghitung nilai rata-rata menggunakan fungsi sebagai berikut:

$$\bar{X} = \sum_n^1 p/k \quad (4.1)$$

Untuk menghitung prediksi jumlah penerimaan PAD sampai dengan akhir tahun anggaran menggunakan fungsi sebagai berikut:

$$\hat{Y} = \sum_n^1 p + (\sum_n^1 p/k) s \quad (4.2)$$

Dimana:

\bar{X}	=	rata-rata PAD
\hat{Y}	=	prediksi jumlah penerimaan PAD di akhir tahun anggaran,
n	=	tanggal akhir penerimaan
p	=	penerimaan PAD harian
k	=	jumlah hari (hari kerja atau semua hari) yang telah dilalui pada tahun anggaran yang sama
s	=	jumlah sisa hari (hari kerja atau semua hari) sampai dengan akhir tahun anggaran.

Sebagai contoh, akan dihitung nilai rata-rata untuk penerimaan awal tahun 2015 dengan menggunakan data pada tahun 2014, sesuai dengan aturan di atas. Kemudian dihitung juga nilai rata-rata untuk penerimaan pertengahan tahun dan akhir tahun 2015 dengan menggunakan data tahun 2015 yang sudah berjalan. Contoh ini selain menggunakan data Hari Kerja juga data semua hari. Contoh tersebut secara detail dapat dilihat pada Tabel 4.2.

Tabel 4.2. Peramalan menggunakan metode rata-rata dengan tanggal peramalan awal, tengah, dan menjelang akhir tahun

	TGL PERAMALAN	JUMLAH PENERIMAAN ($\sum p$)	JUMLAH HARI (k)	RATA-RATA ($\frac{\sum p}{k}$)
DATA HARI KERJA	01/01/2015	4,292,488,795,585	293	14,650,132,408
	01/04/2015	1,117,180,240,412	73	15,303,838,910
	01/07/2015	2,310,710,596,738	146	15,826,784,909
	01/10/2015	3,507,838,954,246	218	16,091,004,377
DATA SEMUA HARI	01/01/2015	4,309,076,812,085	365	11,805,689,896
	01/04/2015	1,122,147,308,362	90	12,468,303,426
	01/07/2015	2,320,621,943,488	181	12,821,115,710
	01/10/2015	3,522,420,554,146	273	12,902,639,392

Dari hasil perhitungan rata-rata pada tabel 4.2, maka dapat dihitung prediksi jumlah penerimaan dalam satu tahun, baik menggunakan hari kerja atau semua hari. Tabel 4.3 menunjukkan contoh perhitungan prediksi jumlah penerimaan dalam satu tahun pada tahun 2015.

Tabel 4.3. Prediksi rata-rata jumlah penerimaan dalam satu tahun pada tahun 2015

	TGL PERAMALAN	RATA-RATA ($\frac{\sum p}{k}$)	JUMLAH SISA HARI (s)	REALISASI S/D TGL PERAMALAN ($\sum p$)	JUMLAH PREDIKSI S/D AKHIR TAHUN ($\sum p + \frac{\sum p}{k} s$)
DATA HARI KERJA	01/01/2015	14,650,132,408	293	0	4,292,488,795,585
	01/04/2015	15,303,838,910	220	1,117,180,240,412	4,484,024,800,558
	01/07/2015	15,826,784,909	147	2,310,710,596,738	4,637,247,978,385
	01/10/2015	16,091,004,377	75	3,507,838,954,246	4,714,664,282,542
DATA SEMUA HARI	01/01/2015	11,805,689,896	365	0	4,309,076,812,085
	01/04/2015	12,468,303,426	275	1,122,147,308,362	4,550,930,750,579
	01/07/2015	12,821,115,710	184	2,320,621,943,488	4,679,707,234,106
	01/10/2015	12,902,639,392	92	3,522,420,554,146	4,709,463,378,254

Untuk menentukan nilai akurasi prediksi (MAD, MSD, dan RMSE), maka dapat diperoleh dengan menghitung selisih antara data realisasi dengan prediksi untuk data testing pada tahun 2015. Tabel 4.4 memperlihatkan perhitungan nilai MAD, MSD, dan RMSE untuk prediksi rata-rata pada tahun 2015 menggunakan hari kerja dengan jangka waktu prediksi 12 bulan. Dengan

cara yang sama, dapat dilakukan perhitungan nilai MAD, MSD, dan RMSE dengan menggunakan data semua hari, seperti yang tertera pada tabel 4.5.

Tabel 4.4. Perhitungan nilai MAD, MSD, dan RMSE untuk prediksi rata-rata pada penerimaan PKB hari kerja tahun 2015 dengan jangka waktu 12 bulan

TGL PENERIMAAN	REALISASI	PREDIKSI RATA-RATA	DEVIASI ($Y_t - \hat{Y}_t$)	DEVIASI ² ($Y_t - \hat{Y}_t$) ²
02/01/2015	10,870,357,433	14,650,132,408	3,779,774,975	1.42867.E+19
05/01/2015	22,240,444,094	14,650,132,408	7,590,311,686	5.76128.E+19
06/01/2015	20,865,670,015	14,650,132,408	6,215,537,607	3.86329.E+19
07/01/2015	19,536,754,848	14,650,132,408	4,886,622,440	2.38791.E+19
dst	....	....	....	....
31/12/2015	3,794,196,267	14,650,132,408	10,855,936,141	1.17851.E+20
Dimana: n = 293 (jumlah data hari kerja dalam 1 tahun)		MAD $\frac{\sum_{t=1}^n |Y_t - \hat{Y}_t|}{n}$	3.54374.E+09	
		MSD $\frac{\sum_{t=1}^n (Y_t - \hat{Y}_t)^2}{n}$		2.22936.E+19
		RMSE $\sqrt{\frac{\sum_{t=1}^n (Y_t - \hat{Y}_t)^2}{n}}$		4.72161.E+09

Tabel 4.5. Perhitungan nilai MAD, MSD, dan RMSE untuk prediksi rata-rata pada penerimaan PKB semua hari tahun 2015 dengan jangka waktu 12 bulan

TGL PENERIMAAN	REALISASI	PREDIKSI RATA-RATA	DEVIASI ($Y_t - \hat{Y}_t$)	DEVIASI ² ($Y_t - \hat{Y}_t$) ²
02/01/2015	10,870,357,433	11,805,689,896	11,805,689,896	1.39374E+20
05/01/2015	22,240,444,094	11,805,689,896	935,332,463	8.74847E+17
06/01/2015	20,865,670,015	11,805,689,896	11,803,295,896	1.39318E+20
07/01/2015	19,536,754,848	11,805,689,896	11,365,580,796	1.29176E+20
dst	....	....	....	....
31/12/2015	3,794,196,267	11,805,689,896	8,011,493,629	6.4184E+19

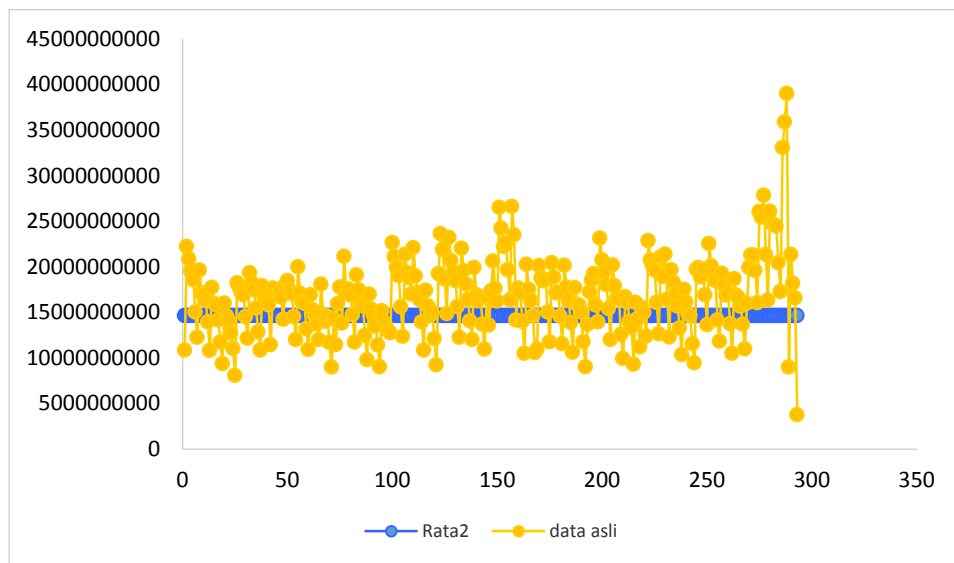
Dimana: n = 365 (jumlah data semua hari dalam 1 tahun)	MAD	6.4348.E+09	
	MSD		5.92371E+19
	RMSE		7.6966.E+09

Untuk mendapatkan data yang baik untuk prediksi rata-rata, dapat membandingkan hasil hasil perhitungan MAD, MSD, dan RMSE pada tabel 4.4 dan 4.5. Hasil perbandingan yang ditampilkan pada tabel 4.6 menunjukkan bahwa dengan memilih data hari kerja saja, maka akan didapatkan nilai kesalahan lebih kecil dari pada menggunakan data semua hari. Hasil perbandingan nilai MAD, MSD, dan RMSE secara lengkap akan dibahas pada sub bab berikutnya.

Tabel 4.6. Perbandingan nilai MAD, MSD, dan RMSE untuk prediksi rata-rata pada penerimaan PKB hari kerja dengan semua hari tahun 2015

Nilai Kesalahan	Data Hari Kerja	Data Semua Hari
MAD	3.54374.E+09	6.4348.E+09
MSD	2.22936.E+19	5.92371E+19
RMSE	4.72161.E+09	7.6966.E+09

Dengan melihat grafik prediksi penerimaan PKB menggunakan metode rata-rata, maka posisi prediksi terhadap data realisasi dapat terlihat lebih jelas. Gambar 4.11 menampilkan grafik data realisasi tahun 2015 dan grafik data hasil prediksi tahun 2015 dengan jangka waktu 12 bulan menggunakan metode rata-rata. Pada gambar tersebut terlihat bahwa data hasil prediksi berada di tengah-tengah data realisasi.



Gambar 4.11 Grafik data realisasi dan prediksi rata-rata pada tahun 2015 dengan jangka waktu prediksi 12 bulan

4.1.4.3 Perhitungan Prediksi Menggunakan Single Exponential Smoothing

Metode *Single Exponential Smoothing* adalah metode yang menggunakan nilai alpha (α) sebagai konstanta pemulusan. Hasil prediksinya menunjukkan range tertentu, dimana terdapat batas atas dan batas bawah. Untuk menghitung nilai prediksi menggunakan *Single Exponential Smoothing* menggunakan rumus sebagai berikut:

$$\hat{Y}_{t+1} = \alpha Y_t + (1 - \alpha) \hat{Y}_{(t+1)-1} \quad (4.3)$$

Dimana:

\hat{Y}_{t+1} = nilai ramalan periode t

Y_t = nilai aktual pada periode t

α = faktor bobot / konstanta pemulusan, dimana nilai α yaitu: $0 < \alpha < 1$

Contoh perhitungan menggunakan *Single Exponential Smoothing* untuk data penerimaan awal tahun, pertengahan tahun, dan akhir tahun 2015 dengan menggunakan data penerimaan mulai tahun 2012 sampai pada saat dilakukan prediksi (data training) dapat dilihat pada tabel 4.5. Sebagai nilai α akan didenifisikan sebesar 0,66. Untuk data awal (data pertama) dapat menggunakan nilai rata-rata dari data yang akan dicari prediksinya.

Misalkan berdasarkan perhitungan nilai rata-rata untuk data training (data perhitungan sebelumnya) sebesar 12939327233, dan data aktual sebesar

8707599658. Untuk data berikutnya dapat dihitung menggunakan persamaan *Single Exponential Smoothing* seperti di bawah ini:

$$\begin{aligned}\hat{Y}_{t+1} &= \alpha Y_t + (1 - \alpha) \hat{Y}_{(t+1)-1} \\ &= (0.66 * 8707599658) + (1-0,66) * 12939327233 \\ &= 10146387034\end{aligned}$$

Tabel 4.7. Perhitungan *Single Exponential Smoothing* untuk data penerimaan PKB hari kerja tahun 2012 s/d 2014 dengan jangka waktu prediksi 12 bulan

TANGGAL PENERIMAAN	DATA PKB (Y_t)	PREDIKSI (\hat{Y}_{t+1})
02/01/2012	7157656564	12939327233
03/01/2012	8707599658	10146387034
04/01/2012	9248133703	9553539835
dst...	....	....
30/12/2014	17486310931	18078884581
31/12/2014	3836786747	8677103950

Pada tabel 4.7, nilai prediksi sebesar 8677103950 pada penerimaan tanggal 31/12/2014 adalah nilai prediksi yang digunakan untuk data berikutnya. Berdasarkan nilai data prediksi tersebut, maka dapat dihitung nilai kesalahannya dengan menggunakan data testing tahun 2015. Table 4.8 menunjukkan perhitungan nilai akurasi untuk prediksi menggunakan data tahun 2015.

Tabel 4.8. Perhitungan nilai MAD, MSD, dan RMSE untuk prediksi *Single Exponential Smoothing* pada penerimaan PKB hari kerja tahun 2015 dengan jangka waktu 12 bulan

TGL PENERIMAAN	REALISASI	SINGLE EXPONENTIAL SMOOTHING	DEVIASI ($Y_t - \hat{Y}_t$)	DEVIASI ² ($Y_t - \hat{Y}_t$) ²
02/01/2015	10,870,357,433	8,677,103,950	2.1933.E+09	4.8104.E+18
05/01/2015	22,240,444,094	8,677,103,950	1.3563.E+10	1.8396.E+20
06/01/2015	20,865,670,015	8,677,103,950	1.2189.E+10	1.4856.E+20
07/01/2015	19,536,754,848	8,677,103,950	1.0860.E+10	1.1793.E+20
dst	....	....	....	....
31/12/2015	3,794,196,267	8,677,103,950	4.8829.E+09	2.3843.E+19
		MAD	8.0213.E+09	

	MSD		8.1995.E+19
	RMSE		9.0551.E+09

Untuk mendapatkan nilai α yang menghasilkan nilai keakuratan optimal, maka dapat dilakukan percobaan mulai dari $\alpha > 0$ sampai dengan $\alpha < 1$. Agar proses pencarian nilai α yang optimal dapat lebih cepat ditemukan, dapat menggunakan kode (*script*) yang dapat dijalankan di Minitab 16.

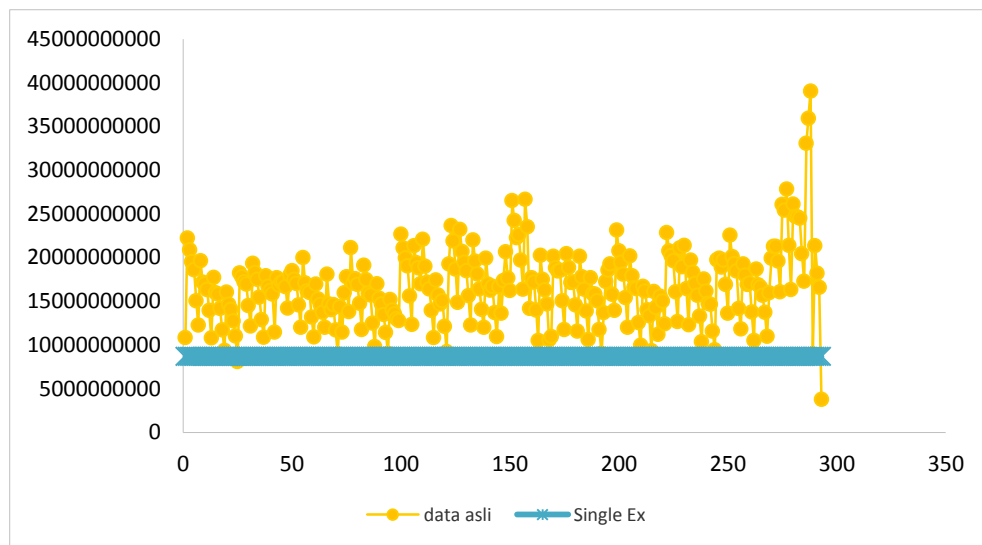
Selain itu, untuk mendapatkan nilai α yang optimal, dapat menggunakan ARIMA yang telah tersedia di Minitab 16 pada saat akan menentukan prediksi menggunakan *Single Exponential Smoothing*. Angka α sebesar 0.66 pada perhitungan sebelumnya adalah nilai optimal α menggunakan ARIMA.

Dengan cara yang sama seperti langkah-langkah di atas, perhitungan prediksi menggunakan *Single Exponential Smoothing* untuk data penerimaan PKB semua hari beserta nilai kesalahannya dapat dilakukan. Tabel 4.9 menunjukkan hasil perhitungan nilai kesalahan untuk penerimaan PKB semua hari.

Tabel 4.9. Perhitungan nilai MAD, MSD, dan RMSE untuk prediksi *Single Exponential Smoothing* pada penerimaan PKB semua hari tahun 2015 dengan jangka waktu 12 bulan

TGL PENERIMAAN	REALISASI	SINGLE EXPONENTIAL SMOOTHING	DEVIASI ($Y_t - \hat{Y}_t$)	DEVIASI ² ($Y_t - \hat{Y}_t$) ²
02/01/2015	10,870,357,433	5,216,639,660	5,216,639,660	2.72133E+19
05/01/2015	22,240,444,094	5,216,639,660	5,653,717,773	3.19645E+19
06/01/2015	20,865,670,015	5,216,639,660	5,214,245,660	2.71884E+19
07/01/2015	19,536,754,848	5,216,639,660	4,776,530,560	2.28152E+19
dst	....	....	....	....
31/12/2015	3,794,196,267	5,216,639,660	1,422,443,393	2.02335E+18
		MAD	1.0142.E+10	
		MSD		1.24407E+20
		RMSE		1.1154.E+10

Gambar 4.12 menampilkan grafik data realisasi tahun 2015 dan grafik data hasil prediksi tahun 2015 dengan jangka waktu 12 bulan menggunakan metode *Single Exponential Smoothing*. Pada gambar tersebut terlihat bahwa hasil prediksi berada dibawah nilai realisasi.



Gambar 4.12 Grafik data realisasi dan prediksi menggunakan *Single Exponential Smoothing* pada tahun 2015 dengan jangka waktu prediksi 12 bulan

4.1.4.4 Perhitungan Prediksi Menggunakan Trend Analysis

Analisis *Trend Analysis* merupakan metode prediksi untuk data yang memiliki trend garis lurus (konstan). Bentuk umum dari model *Trend Analysis* yaitu $Y = a + bX$. Penjabaran dari persamaan tersebut ditunjukkan dalam persamaan berikut:

$$\hat{Y}_{t+1} = \frac{\sum Y_t}{n} + \frac{\sum XY_t}{\sum X^2} X \quad (4.4)$$

Dimana:

- \hat{Y} = nilai ramalan periode t
- Y_t = nilai aktual pada periode t
- X = pengkodean terhadap periode t
- n = jumlah data

Nilai X didapat dengan mengkodekan data training dengan angka yang inkremental. Caranya dengan membagi jumlah data terlebih dahulu menjadi dua, kemudian memberikan angka 0 pada data yang ditengah-tengah (untuk data dengan jumlah ganjil). Angka negatif diberikan untuk data sebelumnya, sedangkan angka yang positif diberikan kepada data selanjutnya. Misal terdapat 11 data, maka data ke 6 diberikan angka 0, sedangkan data sebelumnya (data ke 1 s/d 5) diberikan angka -5, -4, -3, -2, -1. Untuk data setelahnya (data 7 s/d 11) diberikan angka 1, 2, 3, 4, 5.

Pada data penerimaan PKB, data trainingnya adalah data penerimaan mulai tahun 2012 sampai pada saat dilakukan prediksi. Sebagai contoh perhitungan, untuk prediksi penerimaan PKB selama satu tahun 2015, maka digunakan data training mulai tahun 2012 s/d tahun 2014. Tabel 4.10 menunjukkan perhitungan prediksi menggunakan metode *Trend Analysis*.

Tabel 4.10. Perhitungan *Trend Analysis* menggunakan data training tahun 2012 s/d 2014 untuk data PKB hari kerja

TANGGAL PENERIMAAN	DATA PKB (Y)	X	XY	X ²
02/01/2012	7157656564	-442	-3.16368E+12	195364
03/01/2012	8707599658	-441	-3.84005E+12	194481
04/01/2012	9248133703	-440	-4.06918E+12	193600
05/01/2012	9918617173	-439	-4.35427E+12	192721
dst..	....	....	....	....
24/06/2013	15589278505	-1	-15589278505	1
25/06/2013	14091420211	0	0	0
26/06/2013	13596862213	1	13596862213	1
dst..	....	....	....	....
31/12/2014	3836786747	442	1.69586E+12	195364
Jumlah	1.14513E+13	0	3.75403E+14	57762770

Dari tabel 4.7 dapat dilihat bahwa nilai masing-masing untuk komponen a dan b adalah sebagai berikut:

$$a = \frac{\sum Y_t}{n} = \frac{1.14513E+13}{885} = 12939327233$$

$$b = \frac{\sum XY_t}{\sum X^2} = \frac{3.75403E+14}{57762770} = 6499052$$

Sehingga nilai \hat{Y}_{t+1} (prediksi data berikutnya), dimana nilai X sebesar 443, adalah sebagai berikut:

$$\hat{Y}_{t+1} = a + b X$$

$$\hat{Y}_{t+1} = 12939327233 + 6499052 * 443$$

$$\hat{Y}_{t+1} = 15818407148$$

Dengan cara yang sama, dapat dihitung prediksi untuk data berikutnya, dengan menambahkan nilai X dengan 1 (inkremen). Misalkan untuk nilai X sebesar 444, maka perhitungannya adalah sebagai berikut:

$$\hat{Y}_{t+1} = a + b X$$

$$\hat{Y}_{t+1} = 12939327233 + 6499052 * 444$$

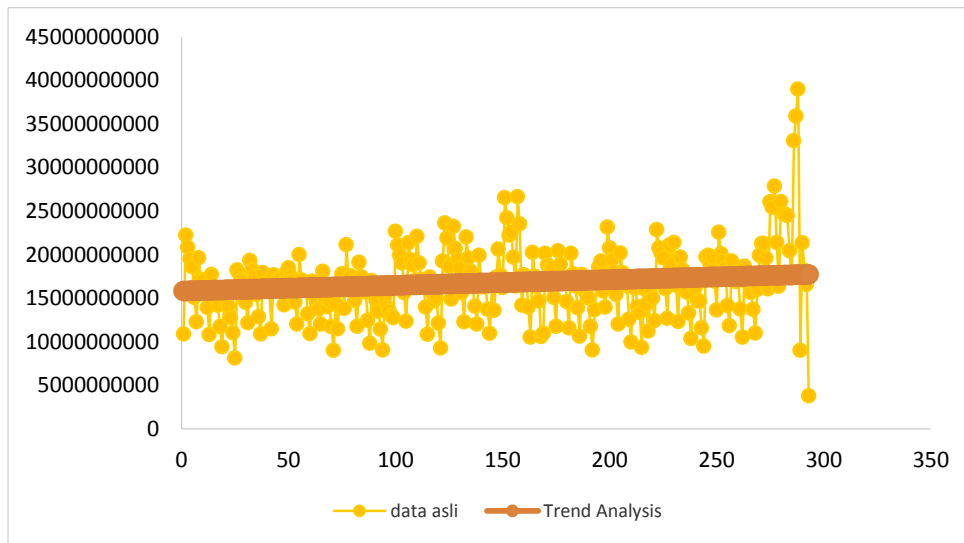
$$\hat{Y}_{t+1} = 15824906200$$

Untuk perhitungan detail data selanjutnya, dapat dilihat pada tabel 4.11. Perhitungan MAD, MSD, dan RMSE dapat dilihat juga pada tabel tersebut. Nilai prediksi pada kolom *Trend* dalam tabel 4.11 terlihat semakin lama semakin besar seiring dengan bertambahnya nilai X.

Tabel 4.11. Perhitungan nilai MAD, MSD, dan RMSE untuk prediksi *Trend Analysis* pada penerimaan PKB hari kerja tahun 2015 dengan jangka waktu 12 bulan

TANGGAL PENERIMAAN	REALISASI (Y_t)	X	TREND (\hat{Y}_t)	DEVIASI ($Y_t - \hat{Y}_t$)	DEVIASI ² ($Y_t - \hat{Y}_t$) ²
02/01/2015	10870357433	443	15,818,407,148	4.9480.E+09	2.4483.E+19
05/01/2015	22240444094	444	15,824,906,200	6.4155.E+09	4.1159.E+19
06/01/2015	20865670015	445	15,831,405,252	5.0343.E+09	2.5344.E+19
07/01/2015	19536754848	446	15,837,904,304	3.6989.E+09	1.3681.E+19
dst...	....	....	....	....	....
31/12/2015	3794196267	735	17,716,130,253	1.3922.E+10	1.9382.E+20
			MAD	3.1065.E+09	
			MSD		1.7435.E+19
			RMSE		4.1756.E+09

Perhitungan prediksi dan nilai akurasi dari penerimaan PKB untuk data semua hari dapat dilakukan dengan cara yang sama sesuai dengan langkah-langkah di atas.



Gambar 4.13 Grafik data realisasi dan prediksi menggunakan *Trend Analysis* pada tahun 2015 dengan jangka waktu prediksi 12 bulan

Gambar 4.13 menunjukkan grafik posisi data hasil prediksi menggunakan metode *Trend Analysis* terhadap data realisasi. Pada grafik tersebut terlihat bahwa data prediksi berada diantara data realisasi dengan tren naik.

4.1.4.5 Perhitungan Prediksi Menggunakan Winter Additive

Model Winter Additive disebut juga *Triple Exponential Smoothing*, karena terdapat tiga konstanta pemulusan, yaitu: α untuk konstanta nilai ramalan, β untuk konstanta kemiringan slope, dan γ untuk konstanta efek musiman. Ada tiga bentuk penghalusan dalam metode Winter Additive, yaitu:

Penghalusan keseluruhan:

$$S_t = \alpha(X_t - I_{t-L}) + (1 - \alpha)(S_{t-1} + b_{t-1}) \quad (4.5)$$

Penghalusan trend:

$$b_t = \beta(S_t - S_{t-1}) + (1 - \beta)b_{t-1} \quad (4.6)$$

Penghalusan musiman:

$$I_t = \gamma(X_t - S_t) + (1 - \gamma)I_{t-L} \quad (4.7)$$

Untuk prediksi menggunakan metode *Winter Additive* persamaannya adalah sebagai berikut:

$$F_{t+m} = S_t + b_t m + I_{t-L+m} \quad (4.8)$$

Dimana:

X_t	=	nilai aktual pada periode akhir t
α	=	parameter penghalusan untuk data ($0 < \alpha < 1$)
β	=	parameter penghalusan untuk trend ($0 < \beta < 1$)
γ	=	parameter penghalusan untuk musiman ($0 < \gamma < 1$)
I	=	faktor penyesuaian musiman
L	=	panjang musim
F_{t+m}	=	ramalan untuk periode m ke depan dari t

Berdasarkan rumus tersebut, akan dilakukan perhitungan prediksi 1 tahun dengan metode *Winter Additive* untuk data penerimaan PKB hari kerja. Data yang digunakan sebagai data training adalah data penerimaan PKB hari kerja tahun 2012 s/d 2014. Sedangkan data testing adalah data penerimaan PKB hari kerja tahun 2015. Pertama-tama yang harus ditentukan adalah nilai α , β , dan γ , yaitu:

$$\begin{aligned}\alpha &= 0.1 \\ \beta &= 0.6 \\ \gamma &= 0.5\end{aligned}$$

Kemudian dihitung terlebih dahulu nilai penghalusan keseluruhan awal (S_{t-1}) yaitu dengan merata-rata nilai data training. Setelah itu dihitung nilai penghalusan trend awal (b_{t-1}), yaitu dengan mengurangi antara data akhir dengan data awal kemudian dibagi jumlah data trainingnya. Nilai penghalusan musiman awal (I_{t-L}) dihitung dengan mengurangi data pertama penerimaan dengan data penghalusan keseluruhan awal (S_{t-1}).

Misalkan dari perhitungan tersebut menghasilkan nilai masing-masing, yaitu: $S_{t-1} = 14650132408$, $b_{t-1} = -10045469$, dan $I_{t-L} = -1923105329$ dan nilai data aktual pada waktu t (X_t) adalah 10870357433, maka nilai S_t , b_t , I_t adalah:

$$\begin{aligned}S_t &= \alpha(X_t - I_{t-L}) + (1 - \alpha)(S_{t-1} + b_{t-1}) \\ S_t &= 0.1 (10870357433 - (-1923105329)) + (1-0.1)(14650132408 + (-10045469)) \\ S_t &= 14455424521 \\ b_t &= \beta(S_t - S_{t-1}) + (1 - \beta)b_{t-1} \\ b_t &= 0.6 (14455424521 - 14650132408) + (1-0.6)(-10045469) \\ b_t &= -1863893\end{aligned}$$

$$I_t = \gamma(X_t - S_t) + (1 - \gamma)I_{t-L}$$

$$I_t = 0.5(10870357433 - 14455424521) + (1 - 0.5)(-1923105329)$$

$$I_t = -2754086208$$

Apabila nilai S_t , b_t , I_t sudah diketahui, maka dapat dihitung nilai ramalannya (F_{t+m}) sebagai berikut:

$$F_{t+m} = S_t + b_t m + I_{t-L+m}$$

$$F_{t+m} = 14455424521 + (-1863893) + (-2754086208)$$

$$F_{t+m} = 11699474420$$

Nilai peramalan berikutnya dapat dihitung dengan cara yang sama sesuai dengan langkah-langkah di atas.

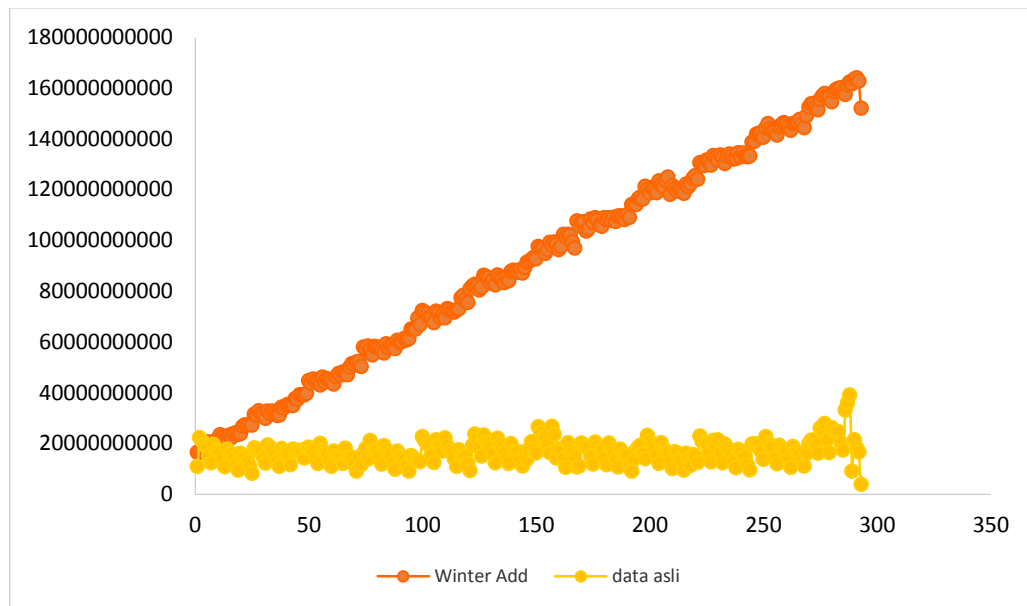
Untuk menemukan nilai α , β , dan γ yang optimal, dapat dilakukan iterasi mulai dari nilai 0.1 s/d 0.9 untuk masing-masing konstanta, sehingga dengan data yang besar, maka iterasinya juga sangat banyak. Untuk menghitung nilai α , β , dan γ yang optimal dengan lebih cepat, dapat menggunakan kode (*script*) yang dijalankan di Minitab 16. Nilai α , β , dan γ sebesar 0.1, 0.6, dan 0.5 merupakan nilai hasil perhitungan menggunakan Minitab 16. Musiman yang digunakan adalah 1 tahun, sehingga untuk data hari kerja saja sebesar 293 hari dan untuk data semua hari sebesar 365 hari.

Tabel 4.12 merupakan hasil perhitungan prediksi menggunakan metode *Winter Additive*. Pada tabel tersebut juga ditampilkan hasil perhitungan nilai kesalahan MAD, MSD, dan RMSE.

Tabel 4.12. Perhitungan nilai MAD, MSD, dan RMSE untuk prediksi *Winter Additive* pada penerimaan PKB hari kerja tahun 2015 dengan jangka waktu 12 bulan

TANGGAL PENERIMAAN	REALISASI (Y_t)	WINTER ADD (\hat{Y}_t)	DEVIASI ($Y_t - \hat{Y}_t$)	DEVIASI ² ($Y_t - \hat{Y}_t$) ²
02/01/2015	10870357433	16404375681	5534018248	3.06254.E+19
05/01/2015	22240444094	16932526764	5307917330	2.81740.E+19
06/01/2015	20865670015	16453723473	4411946542	1.94653.E+19
07/01/2015	19536754848	19934646516	397891668	1.58318.E+17
dst...	....	....	....	....
31/12/2015	3794196267	152023758514	1.48230E+11	2.19720.E+22

	MAD	7.3669.E+10	
	MSD		7.1402.E+21
	RMSE		8.4500.E+10



Gambar 4.14 Grafik data realisasi dan prediksi menggunakan *Winter Additive* pada tahun 2015 dengan jangka waktu prediksi 12 bulan

Gambaran hasil prediksi menggunakan metode *Winter Additive* terhadap realisasi dapat dilihat pada gambar 4.14. Pada gambar tersebut terlihat bahwa hasil prediksi meningkat tajam (tren naik) menjauhi data realisasi.

4.1.4.6 Perhitungan Prediksi Menggunakan FFNN

Untuk menghitung prediksi menggunakan FFNN, ditentukan dulu inputannya, yaitu dengan mencari lag-lag yang signifikan pada Partial Autocorelation (PACF). Jika data tidak stasioner, maka data distasionerkan terlebih dahulu kemudian membuat PACF.

Untuk mendapatkan nilai PACF, dapat menggunakan Minitab 16. Kemudian diambil nilai T Statistiknya dari PACF tersebut, dan ditentukan nilai absolutnya dari nilai T Statistiknya. Setelah itu diberikan nomor urut pada PACF (lag) dan diurutkan berdasarkan nilai absolut T Statistik dari yang paling tinggi ke yang paling rendah. Nilai absolut T Statistik yang lebih besar dari 1.96 yang yang dijadikan input untuk model FFNN.

Tabel 4.13. Lag-lag yang signifikan pada PACF untuk inputan FFNN

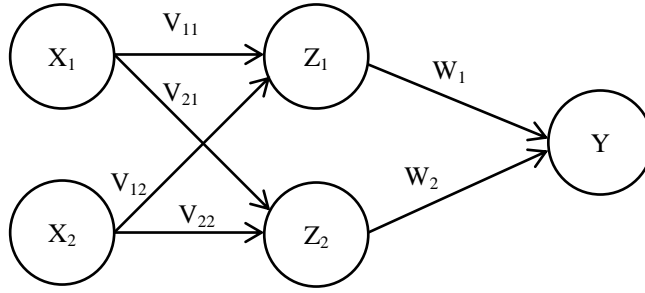
LAG	PACF	TSTA	ABS(TSTA)
7	0.64539654	21.366427	21.36642721
14	0.35009123	11.590082	11.59008206
8	-0.2932387	-9.7079294	9.707929391
21	0.24187679	8.0075467	8.007546691
28	0.22397758	7.4149772	7.41497716
15	-0.1905503	-6.3083376	6.308337612
1	0.15264309	5.0533855	5.053385514
56	0.11423412	3.7818222	3.781822213
35	0.10831321	3.5858054	3.585805407
dst..	....	....	....

Tabel 4.13 menunjukkan lag-lag yang signifikan pada PACF untuk data penerimaan PKB 1 januari 2012 s/d 31 desember 2014 di semua hari, yaitu lag 1, 7, 8, 14, 15, 21, 28. Pemilihan 7 lag tersebut selain karena lebih besar dari 1.96 nilai absolut T Statistiknya, juga pada PACF untuk rentang data yang lain (misal: 1 januari 2012 s/d 31 Maret 2015) menunjukkan lag yang sama.

Apabila sudah ditemukan inputan dari FFNN, kemudian dapat dibuat arsitektur FFNN, untuk memberikan gambaran input, hidden layer, dan output yang membangun FFNN. Tidak ada ketentuan khusus jumlah hidden neuron dalam hidden layer yang diletakkan pada FFNN. Untuk bobotnya pertama kali diberikan nilai acak, dengan range antara -1 s/d 1.

Setelah itu dihitung output FFNN-nya dan dilakukan fungsi aktivasi pada output FFNN tersebut dengan menggunakan fungsi aktivasi sigmoid. Hasil dari fungsi aktivasi untuk output tadi kemudian dihitung output errornya. Output error tersebut digunakan untuk proses perubahan bobot sebagai bahan perhitungan kembali dari langkah awal sampai ditemukan model yang optimal.

Sebagai contoh perhitungan FFNN, gambar 4.3 merupakan arsitektur FFNN yang dibentuk dari dua input dan dua hidden neuron. X1 dan X2 adalah inputannya. Z1 dan Z2 adalah hidden neuron-nya, Sedangkan Y adalah outputnya.



Gambar 4.15 Contoh arsitektur FFNN dengan dua *hidden neuron*

Berdasarkan arsitektur FFNN pada gambar 4.15, Y diperoleh dengan rumus sebagai berikut:

$$Y = (W_1 Z_1) + (W_2 Z_2)$$

Bentuk sederhananya untuk hidden neuron lebih dari dua yaitu:

$$Y = \sum W_k Z_k$$

Dimana k adalah jumlah hidden neuronnya. Apabila Y tersebut diaktivasi menggunakan aktivasi sigmoid, maka menjadi:

$$f(Y) = f\left(\sum W_k Z_k\right)$$

$$f(Y) = f\left(\sum W_k \left(\sum V_{kj} X_k\right)\right)$$

$$f(Y) = f\left(\sum W_k \left(\frac{1}{1 + \exp(\sum V_{kj} X_k)}\right)\right)$$

$$f(Y) = \frac{1}{1 + \exp\left(W_k \frac{1}{1 + \exp(\sum V_{kj} X_k)}\right)}$$

Dari rumusan aktivasi Y tersebut, apabila diterapkan ke dalam gambar 4.4, menjadi:

$$f(Y) = \frac{1}{1 + \exp\left(W_1 \frac{1}{1 + \exp(V_{11} X_1 + V_{12} X_2)} + W_2 \frac{1}{1 + \exp(V_{21} X_1 + V_{22} X_2)}\right)}$$

Setelah didapatkan nilai Y aktivasi, kemudian dicari output errornya (faktor kesalahan) sebagai bahan untuk memperbarui bobot. Faktor kesalahan tersebut memiliki rumusan sebagai berikut:

$$\delta_i = (Y_i - \hat{Y}_i) \hat{Y}_i (1 - \hat{Y}_i) \quad (4.9)$$

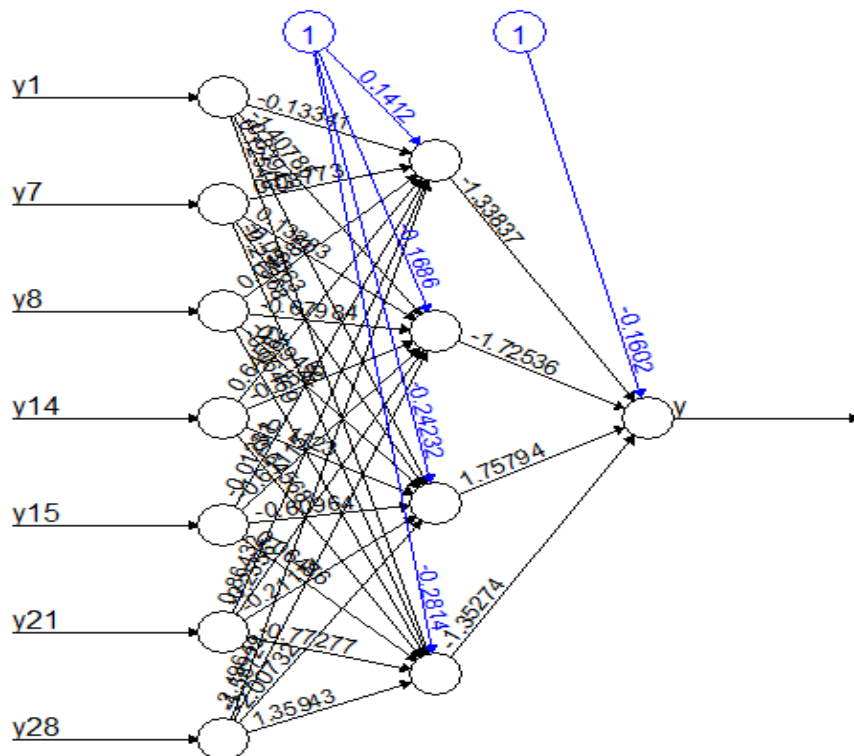
Nilai output error yang didapat kemudian digunakan untuk memperbarui bobot, dengan rumusan sebagai berikut (notasi mengikuti arsitektur FFNN pada gambar 4.3):

$$\hat{W}_{lk} = W_{lk} + \mu \delta_i Z_k \quad (4.10)$$

$$\hat{V}_{kj} = V_{kj} + \mu \delta_i Z_i (1 - Z_i) X_{ij} W_{lk} \quad (4.11)$$

Notasi 4.10 untuk bobot setelah hidden layer (bobot W), notasi 4.11 untuk bobot sebelum hidden layer (bobot V). Bobot yang baru tersebut digunakan untuk menghitung output (Y) kembali.

Untuk perhitungan prediksi penerimaan PKB menggunakan FFNN, ditentukan jumlah hidden neuron yang digunakan sebanyak 1 buah sampai dengan 7 buah neuron. Dari sejumlah hidden neuron tersebut, dihitung secara iterasi / perulangan untuk mendapatkan nilai prediksi yang optimal, karena belum tentu dengan hidden neuron yang banyak menghasilkan prediksi yang lebih baik daripada hidden neuron yang sedikit. Untuk mempercepat mendapatkan model FFNN yang optimal, prediksi dengan metode FFNN ini dihitung dengan menggunakan program R.



Error: 22.194558 Steps: 32634

Gambar 4.16 Arsitektur / Plot FFNN optimal yang dibentuk dengan menggunakan program R

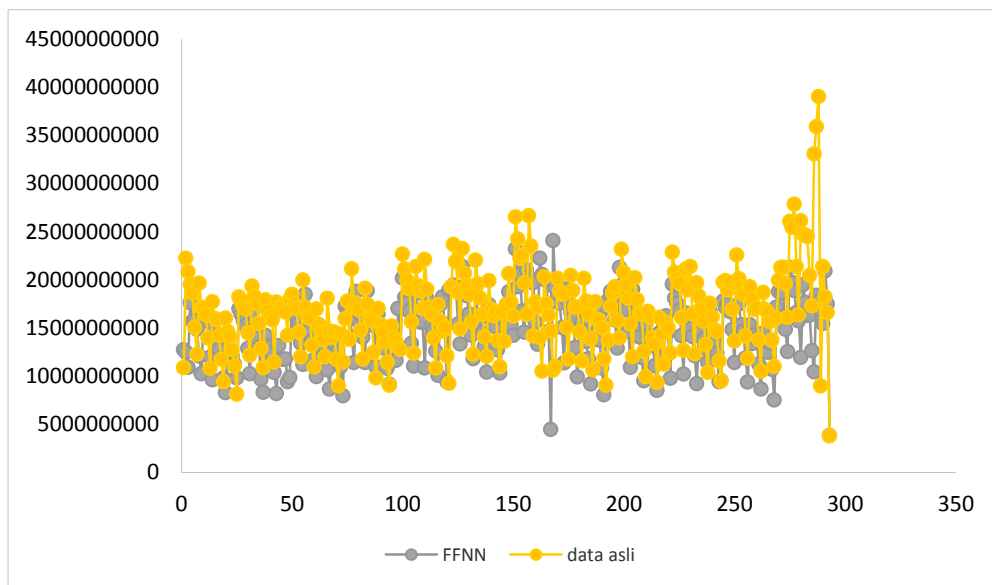
Gambar 4.16 menunjukkan plot FFNN dengan 4 hidden neuron yang menghasilkan prediksi yang optimal untuk data penerimaan PKB dari 1 Januari 2012 s/d 31 Maret 2015. Plot tersebut dibuat menggunakan program R. Dari gambar tersebut dapat dilihat bahwa inputan dari FFNN tersebut adalah lag-lag yang signifikan sesuai dengan data pada tabel 4.13. Neuron yang memiliki nomor 1 disebut sebagai neuron bias, sebagai inisialisasi pertama penentuan besarnya bobot.

Hasil perhitungan prediksi menggunakan FFNN untuk data penerimaan PKB pada hari kerja tahun 2012 dengan jangka waktu prediksi 12 bulan dapat dilihat pada tabel 4.14. Pada tabel tersebut juga ditampilkan hasil perhitungan nilai kesalahan MAD, MSD, dan RMSE.

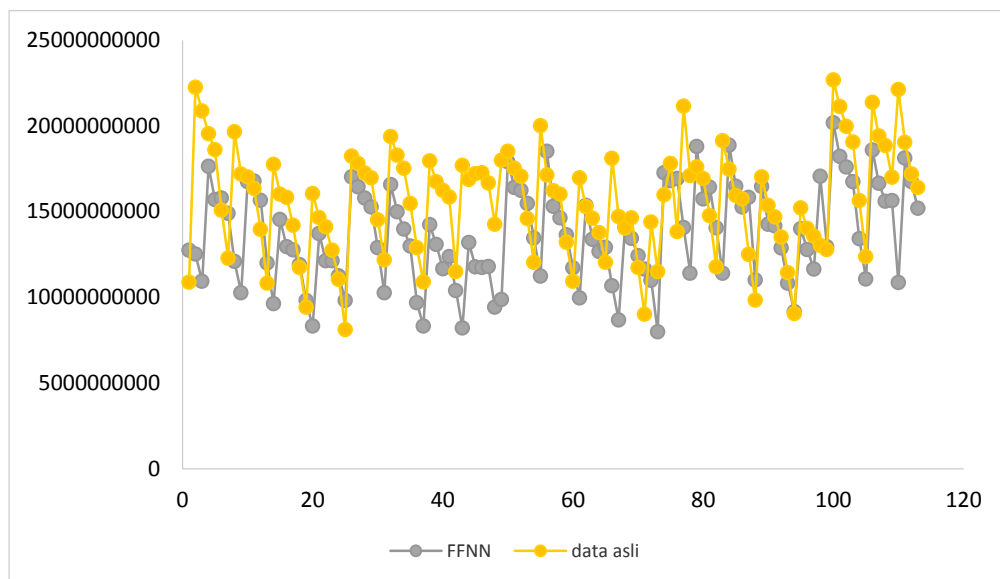
Tabel 4.14. Perhitungan nilai MAD, MSD, dan RMSE untuk prediksi FFNN pada penerimaan PKB hari kerja tahun 2015 dengan jangka waktu prediksi 12 bulan

TANGGAL PENERIMAAN	REALISASI (Y_t)	FFNN (\hat{Y}_t)	DEVIASI ($Y_t - \hat{Y}_t$)	DEVIASI ² ($Y_t - \hat{Y}_t$) ²
02/01/2015	10870357433	12727027079	1856669646	3.44722.E+18
05/01/2015	22240444094	12519903163	9720540931	9.44889.E+19
06/01/2015	20865670015	10917470464	9948199551	9.89667.E+19
07/01/2015	19536754848	17634195783	1902559065	3.61973.E+18
dst...	....	....	....	....
31/12/2015	3794196267	3836786747	42590480	1.81395.E+15
		MAD	3.2882.E+09	
		MSD		2.0056.E+19
		RMSE		4.4784.E+09

Untuk mengetahui posisi data hasil prediksi menggunakan FFNN terhadap realisasi, dapat dilihat pada gambar 4.17. Pada gambar tersebut dapat diketahui bahwa data hasil prediksi relatif dapat mengikuti data realisasi. Gambar 4.18 dengan memperpendek jangka waktu prediksi tampak terlihat lebih jelas posisi hasil prediksi dengan realisasi.



Gambar 4.17 Grafik data realisasi dan prediksi menggunakan FFNN pada tahun 2015 dengan jangka waktu prediksi 12 bulan



Gambar 4.18 Grafik data realisasi dan prediksi menggunakan FFNN pada tahun 2015 dengan jangka waktu prediksi 113 hari

4.1.4.7 Perbandingan Nilai kesalahan Metode Prediksi

Tabel 4.15 menunjukkan perbandingan nilai kesalahan masing-masing metode prediksi dengan menggunakan data hari kerja saja. Dari tabel tersebut dapat dilihat bahwa metode *Trend Analysis* memiliki nilai kesalahan yang paling kecil untuk jangka waktu prediksi 12 bulan, 9 bulan, dan 6 bulan. Sedangkan

untuk jangka waktu 3 bulan metode *Winter Additive* yang paling kecil nilai kesalahannya.

Tabel 4.15. Perbandingan Metode Prediksi PKB Untuk Data Hari Kerja

Jangka Waktu Prediksi	Nilai kesalahan	METODE PREDIKSI				
		RATA-RATA	SINGLE EX SMOOTH	TREND ANALYSIS	WINTER ADDITIVE (Musiman 293 hari)	FFNN (1 hidden neuron)
12 BULAN	MAD	3.5437.E+09	8.0213.E+09	3.1065.E+09	7.3669.E+10	3.2882.E+09
	MSD	2.2294.E+19	8.1995.E+19	1.7435.E+19	7.1402.E+21	2.0056.E+19
	RMSE	4.7216.E+09	9.0551.E+09	4.1756.E+09	8.4500.E+10	4.4784.E+09
9 BULAN	MAD	3.6367.E+09	5.5141.E+09	3.3238.E+09	1.2490.E+10	4.3114.E+09
	MSD	2.3890.E+19	4.6809.E+19	2.0254.E+19	2.2411.E+20	3.2879.E+19
	RMSE	4.8878.E+09	6.8417.E+09	4.5005.E+09	1.4970.E+10	5.7341.E+09
6 BULAN	MAD	3.8996.E+09	4.5219.E+09	3.5846.E+09	1.5740.E+10	4.4781.E+09
	MSD	2.8373.E+19	3.5710.E+19	2.4411.E+19	3.4791.E+20	3.1166.E+19
	RMSE	5.3266.E+09	5.9758.E+09	4.9408.E+09	1.8652.E+10	5.5826.E+09
3 BULAN	MAD	4.4782.E+09	6.5903.E+09	4.0755.E+09	3.5501.E+09	4.1976.E+09
	MSD	3.8876.E+19	6.8724.E+19	3.3123.E+19	2.2932.E+19	3.8847.E+19
	RMSE	6.2351.E+09	8.2900.E+09	5.7552.E+09	4.7887.E+09	6.2327.E+09

Tabel 4.16 menunjukkan perbandingan nilai kesalahan masing-masing metode prediksi dengan menggunakan data semua hari. Dari tabel tersebut dapat dilihat bahwa metode *Trend Analysis* memiliki nilai kesalahan yang paling kecil untuk semua jangka waktu prediksi.

Tabel 4.16. Perbandingan Metode Prediksi PKB Untuk Data Semua Hari

Jangka Waktu Prediksi	Nilai kesalahan	METODE PREDIKSI				
		RATA-RATA	SINGLE EX SMOOTH	TREND ANALYSIS	WINTER ADDITIVE (Musiman 365 hari)	FFNN (4 hidden neuron)
12 BULAN	MAD	6.43484.E+09	1.01420.E+10	5.88749.E+09	1.14804.E+11	6.44004.E+09
	MSD	5.92371.E+19	1.24407.E+20	5.59393.E+19	1.75586.E+22	9.35562.E+19
	RMSE	7.69656.E+09	1.11538.E+10	7.47926.E+09	1.32509.E+11	9.67245.E+09
9 BULAN	MAD	4.88814.E+09	5.17427.E+09	4.67759.E+09	1.39810.E+11	8.36069.E+09
	MSD	4.69829.E+19	4.93854.E+19	4.57135.E+19	3.41471.E+22	1.32115.E+21
	RMSE	6.85441.E+09	7.02747.E+09	6.76118.E+09	1.84789.E+11	3.63476.E+10
6 BULAN	MAD	3.39061.E+09	3.24723.E+09	3.26474.E+09	7.30862.E+10	8.48970.E+09
	MSD	3.39167.E+19	3.32517.E+19	3.31154.E+19	1.41231.E+22	1.25706.E+20

	RMSE	5.82380.E+09	5.76643.E+09	5.75460.E+09	1.18841.E+11	1.12119.E+10
3 BULAN	MAD	1.81453.E+09	1.97056.E+09	1.74160.E+09	2.05568.E+09	8.30785.E+09
	MSD	1.93549.E+19	2.13792.E+19	1.86279.E+19	2.73227.E+19	1.29753.E+20
	RMSE	4.39943.E+09	4.62376.E+09	4.31600.E+09	5.22711.E+09	1.13909.E+10

Apabila dibandingkan antara tabel 4.15 dengan tabel 4.16 dapat dilihat bahwa nilai kesalahan tabel 4.15 lebih kecil daripada tabel 4.16. Dengan begitu dapat disimpulkan bahwa dengan memilih data penerimaan hari kerja saja, maka hasil prediksinya menjadi lebih baik daripada dengan menggunakan data semua hari untuk jenis penerimaan PKB.

Dengan cara yang sama, hasil perbandingan efek musiman data yaitu: menggunakan musiman 1 tahun memberikan hasil yang lebih baik daripada musiman 1 minggu. Perbandingan ini hanya berpengaruh terhadap prediksi menggunakan metode *Winter Additive*, karena metode tersebut memang digunakan untuk data time series yang memiliki model musiman. Hal tersebut juga berlaku hanya pada prediksi untuk 3 bulan terakhir dalam satu tahun.

Tabel 4.17. Perbandingan Efek Musiman Untuk Data Penerimaan PKB
Menggunakan Metode Prediksi *Winter Additive*

NILAI KESALAHAN	MUSIMAN 1 TAHUN	MUSIMAN 1 MINGGU
MAD	3.55012.E+09	5.89714.E+09
MSD	2.29316.E+19	5.85761.E+19
RMSE	4.78870.E+09	7.65350.E+09

Tabel 4.17 menunjukkan nilai kesalahan yang digunakan untuk membandingkan efek musiman terhadap prediksi data penerimaan PKB. Meskipun efek musiman 1 tahun menggunakan metode *Winter Additive* lebih kecil nilai kesalahannya, namun apabila dibandingkan dengan nilai kesalahan dari metode *Trend Analysis*, maka nilai kesalahan dari *Trend Analysis* masih lebih kecil daripada *Winter Additive*. Sehingga metode *Trend Analysis* yang digunakan untuk memprediksi data penerimaan PKB.

Dengan cara yang sama pula, dapat dihitung nilai kesalahan untuk tiap metode prediksi dengan menggunakan data training sebagian (hanya sejak tahun

2013 atau 2014). Tujuannya untuk membandingkan data training mana yang memberikan hasil yang lebih baik. Tabel 4.18 menunjukkan perbandingan jumlah data training penerimaan PKB menggunakan metode prediksi yang paling kecil nilai kesalahannya dibandingkan metode yang lain. Pada tabel tersebut, nilai kesalahan yang lebih kecil dicetak tebal (*bold*).

Tabel 4.18. Perbandingan Jumlah Data Training Penerimaan PKB

Jangka Waktu Prediksi	Nilai Kesalahan	Data Training Sejak Tahun 2012		Data Training Tahun 2015	
		Nilai	Metode	Nilai	Metode
12 BULAN	MAD	3.106458.E+09	Trend Analysis	3.102235.E+09	Trend Analysis
	MSD	1.743539.E+19	Trend Analysis	1.743207.E+19	Trend Analysis
	RMSE	4.175570.E+09	Trend Analysis	4.175173.E+09	Trend Analysis
9 BULAN	MAD	3.323800.E+09	Trend Analysis	3.371524.E+09	Trend Analysis
	MSD	2.025441.E+19	Trend Analysis	2.102376.E+19	Trend Analysis
	RMSE	4.500490.E+09	Trend Analysis	4.585167.E+09	Trend Analysis
6 BULAN	MAD	3.584593.E+09	Trend Analysis	3.589552.E+09	Trend Analysis
	MSD	2.441131.E+19	Trend Analysis	2.470918.E+19	Trend Analysis
	RMSE	4.940780.E+09	Trend Analysis	4.970833.E+09	Trend Analysis
3 BULAN	MAD	3.550122.E+09	Winter	4.099305.E+09	Trend Analysis
	MSD	2.293162.E+19	Winter	3.367677.E+19	Trend Analysis
	RMSE	4.788697.E+09	Winter	5.803169.E+09	Trend Analysis

Hasil dari perhitungan didapatkan kesimpulan sebagai berikut: menggunakan data sejak tahun memberikan hasil prediksi yang lebih baik dari pada menggunakan data sejak tahun 2013 atau 2014. Dengan kata lain, menggunakan lebih banyak data menghasilkan prediksi yang lebih baik daripada menggunakan data yang lebih sedikit.

4.1.5 Bea Balik Nama Kendaraan Bermotor (BBNKB)

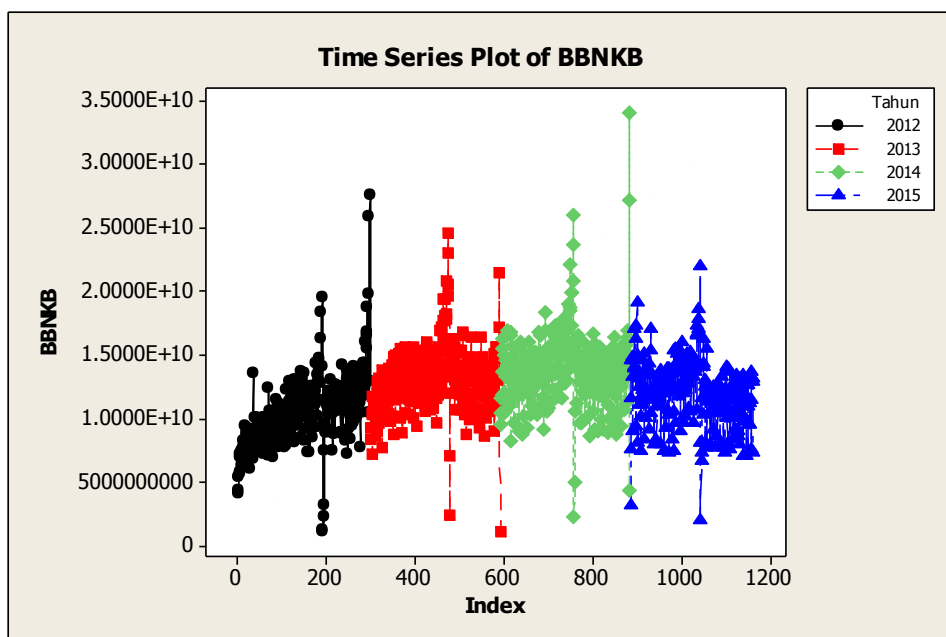
Penjelasan mengenai karakteristik data BBNKB, perhitungan masing-masing metode prediksi, dan perbandingan hasil perhitungan antar metode prediksi akan dijelaskan pada pembahasan dibawah ini.

4.1.5.1 Karakteristik Data BBNKB

BBNKB dibayarkan pada saat kendaraan bermotor berpindah kepemilikan. Berpindah kepemilikan dalam artian dari dealer kendaraan ke pengguna (BBN1) atau dari pengguna satu ke pengguna lainnya (BBN2). Pembayaran harus dilakukan di Samsat induk, yang buka hanya pada saat hari kerja (Senin sampai dengan Sabtu). Sehingga data yang digunakan hanya satu jenis saja, yaitu data penerimaan pada hari kerja.

Gambar 4.19 memperlihatkan plot dari penerimaan BBNKB antara tahun 2012 s/d 2015. Dalam plot tersebut dapat dilihat bahwa pada rentang tahun 2012 sampai dengan 2014 penerimaan BBNKB mengalami tren kenaikan, tetapi pada tahun 2015 mulai mengalami penurunan.

Outlier pada data penerimaan BBNKB terjadi karena peristiwa hari raya idul fitri dan pada saat akhir tahun, dimana pada saat menjelang hari raya idul fitri kecenderungan masyarakat membeli kendaraan baru dan pada saat akhir tahun biasanya terdapat diskon besar-besaran untuk pembelian kendaraan baru. Sedangkan data outlier yang turun dari biasanya terjadi setelah libur hari raya idul fitri, hari terakhir akhir tahun dan hari pertama awal tahun, karena pada saat setelah libur hari raya, masyarakat sangat jarang membeli kendaraan baru, sedangkan pada akhir tahun dan awal tahun terjadi proses pembukuan / pelaporan akhir dan awal tahun di Dipenda Jatim.



Gambar 4.19 Time Series Plot Penerimaan BBNKB Tahun 2012 s/d 2015

4.1.5.2 Perhitungan Prediksi Menggunakan Rata-Rata

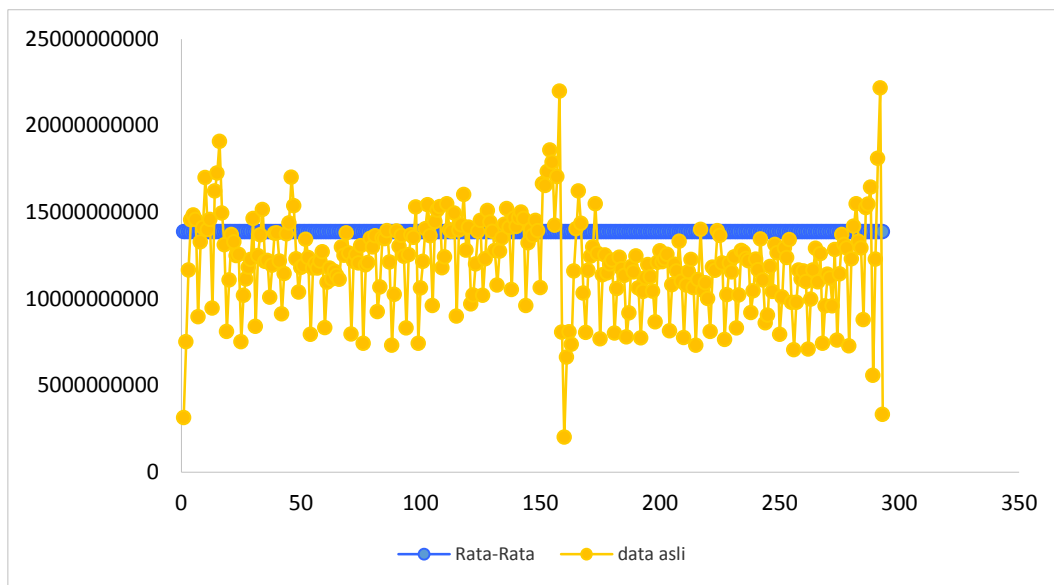
Dengan perhitungan menggunakan metode rata-rata seperti pada penerimaan PKB, maka dapat dihasilkan prediksi nilai rata-rata untuk penerimaan BBNKB. Dari nilai rata-rata tersebut kemudian dapat dihitung nilai kesalahan MAD, MSD, dan RMSE. Tabel 4.19 menunjukkan hasil perhitungan prediksi rata-rata berserta nilai kesalahannya untuk penerimaan BBNKB pada tahun 2015. Jangka waktu prediksinya 12 bulan.

Dengan cara yang sama, dapat dihitung prediksi rata-rata dan nilai kesalahannya untuk jangka waktu prediksi 9 bulan, 6 bulan, dan 3 bulan.

Tabel 4.19. Perhitungan nilai MAD, MSD, dan RMSE untuk prediksi rata-rata pada penerimaan BBNKB hari kerja tahun 2015 dengan jangka waktu prediksi 12 bulan

TANGGAL PENERIMAAN	REALISASI (Y_t)	RATA-RATA (\hat{Y}_t)	DEVIASI ($Y_t - \hat{Y}_t$)	DEVIASI ² ($Y_t - \hat{Y}_t$) ²
02/01/2015	3138740000	13872785759	10734045759	1.15220.E+20
05/01/2015	7533224900	13872785759	6339560859	4.01900.E+19
06/01/2015	11657571000	13872785759	2215214759	4.90718.E+18
07/01/2015	14565187600	13872785759	692401841	4.79420.E+17
dst...	....	....	....	....
31/12/2015	3336015000	13872785759	10536770759	1.11024.E+20
		MAD	2.5042.E+09	
		MSD		1.06537.E+19
		RMSE		3.2640.E+09

Untuk mengetahui posisi prediksi rata-rata terhadap realisasi, maka dapat dilihat pada gambar 4.20. Pada gambar tersebut dapat diketahui bahwa prediksi rata-rata berada di tengah-tengah data realisasi.



Gambar 4.20 Grafik data realisasi dan prediksi rata-rata untuk penerimaan BBNKB pada tahun 2015 dengan jangka waktu prediksi 12 bulan

4.1.5.3 Perhitungan Prediksi Menggunakan Single Exponential Smoothing

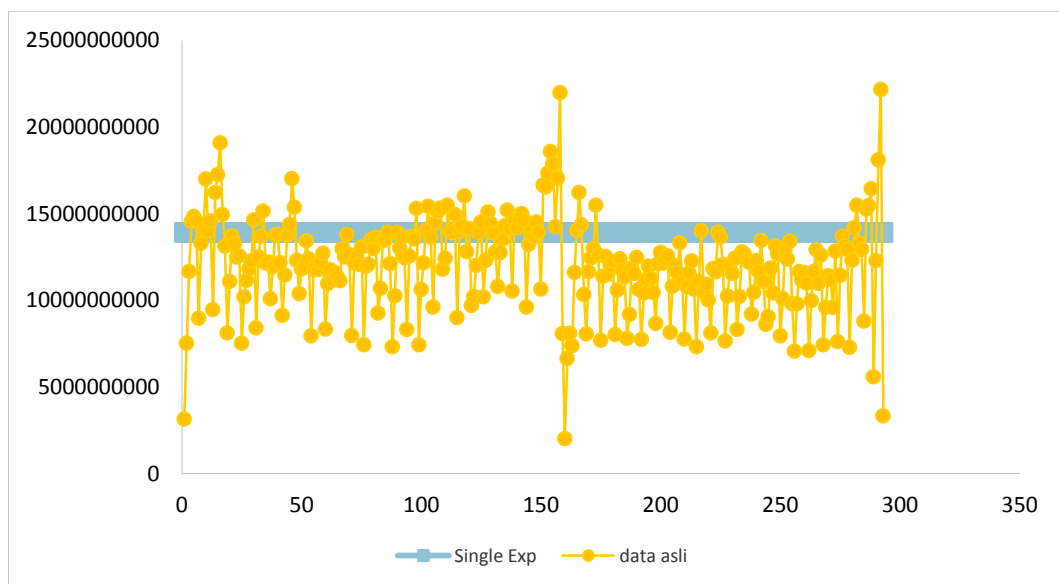
Dengan proses perhitungan sama seperti perhitungan di penerimaan PKB, maka prediksi menggunakan metode *Single Exponential Smoothing* pada penerimaan BBNKB dapat dihitung. Tabel 4.20 merupakan hasil perhitungan prediksi penerimaan BBNKB pada tahun 2015 dengan jangka waktu prediksi 12 bulan. Nilai kesalahannya juga ditampilkan pada tabel tersebut, berdasarkan hasil perhitungan prediksi. Dengan cara yang sama, dapat dihitung prediksi *Single Exponential Smoothing* dan nilai kesalahannya untuk jangka waktu prediksi 9 bulan, 6 bulan, dan 3 bulan.

Tabel 4.20. Perhitungan nilai MAD, MSD, dan RMSE untuk prediksi *Single Exponential Smoothing* pada penerimaan BBNKB hari kerja tahun 2015 dengan jangka waktu prediksi 12 bulan

TANGGAL PENERIMAAN	REALISASI (Y_t)	SINGLE EX (\hat{Y}_t)	DEVIASI ($Y_t - \hat{Y}_t$)	DEVIASI ² ($Y_t - \hat{Y}_t$) ²
02/01/2015	3138740000	13909328766	10770588766	1.16006.E+20
05/01/2015	7533224900	13909328766	6376103866	4.06547.E+19
06/01/2015	11657571000	13909328766	2251757766	5.07041.E+18
07/01/2015	14565187600	13909328766	655858834	4.30151.E+17
dst...	....	....	....	....
31/12/2015	3336015000	13909328766	10573313766	1.11795.E+20

	MAD	2.5238.E+09	
	MSD		1.07874.E+19
	RMSE		3.2844.E+09

Gambar 4.21 menunjukkan posisi perhitungan prediksi *Single Exponential Smoothing* terhadap data realisasi pada tahun 2015 dengan jangka waktu prediksi 12 bulan. Dalam gambar tersebut, posisi grafik prediksi *Single Exponential Smoothing* hampir sama dengan grafik prediksi rata-rata, yaitu berada diantara grafik realisasi.



Gambar 4.21 Grafik data realisasi dan prediksi *Single Exponential Smoothing* untuk penerimaan BBNKB pada tahun 2015 dengan jangka waktu prediksi 12 bulan

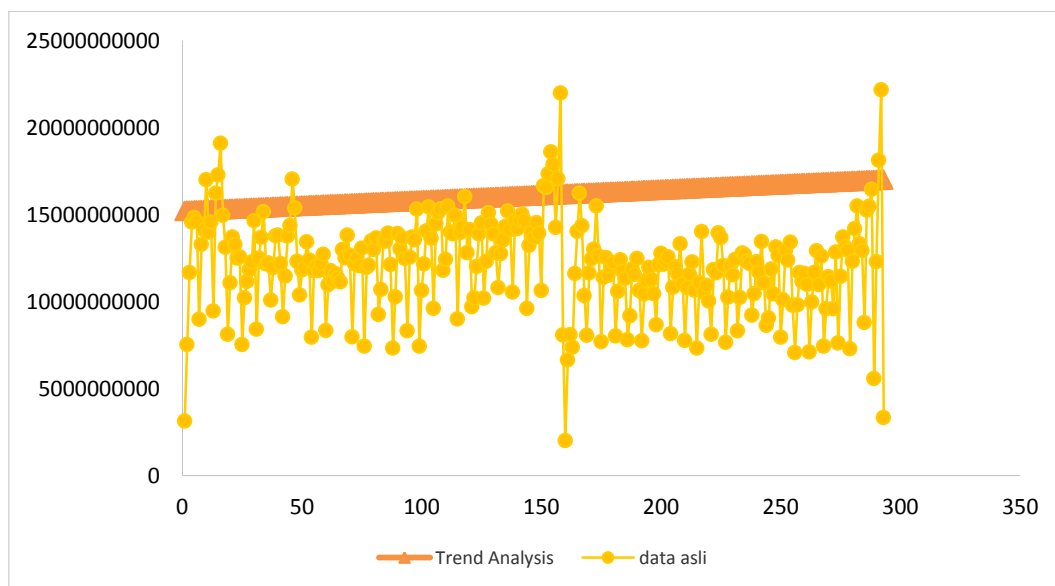
4.1.5.4 Perhitungan Prediksi Menggunakan Trend Analysis

Prediksi penerimaan BBNKB menggunakan metode *Trend Analysis* proses perhitungannya sama dengan metode *Trend Analysis* pada jenis penerimaan PKB. Tabel 4.21 menampilkan hasil perhitungan prediksi menggunakan metode *Trend Analysis* pada tahun 2015 dengan jangka waktu prediksi 12 bulan. Tabel tersebut juga menampilkan nilai kesalahan MAD, MSD, dan RMSE. Untuk jangka waktu prediksi 9 bulan, 6 bulan, dan 3 bulan dapat dihitung dengan cara yang sama seperti menghitung jangka waktu prediksi 12 bulan.

Tabel 4.21. Perhitungan nilai MAD, MSD, dan RMSE untuk prediksi *Trend Analysis* pada penerimaan BBNKB hari kerja tahun 2015 dengan jangka waktu prediksi 12 bulan

TANGGAL PENERIMAAN	REALISASI (Y_t)	TREND ANALYSIS (\hat{Y}_t)	DEVIASI ($Y_t - \hat{Y}_t$)	DEVIASI ² ($Y_t - \hat{Y}_t$) ²
02/01/2015	3138740000	15202043463	12063303463	1.45523.E+20
05/01/2015	7533224900	15208200991	7674976091	5.89053.E+19
06/01/2015	11657571000	15214358519	3556787519	1.26507.E+19
07/01/2015	14565187600	15220516047	655328447	4.29455.E+17
dst...	....	....	....	....
31/12/2015	3336015000	17000041655	13664026655	1.86706.E+20
		MAD	4.2405.E+09	
		MSD		2.43796.E+19
		RMSE		4.9376.E+09

Untuk dapat mengetahui lebih jelas posisi prediksi menggunakan metode *Trend Analysis*, dapat dilihat grafik pada Gambar 4.22. Pada gambar tersebut, data prediksi ditampilkan pada grafik berwarna jingga. Sedangkan grafik realisasi berwarna jingga lebih muda. Posisi grafik prediksi berada sedikit di atas grafik realisasi, dan memiliki tren naik.



Gambar 4.22 Grafik data realisasi dan prediksi *Trend Analysis* untuk penerimaan BBNKB pada tahun 2015 dengan jangka waktu prediksi 12 bulan

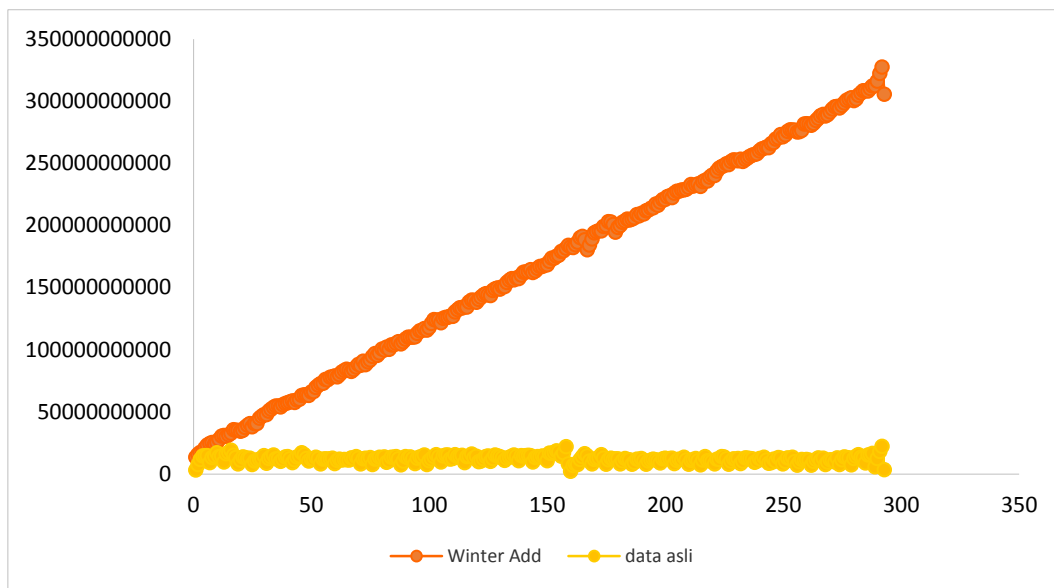
4.1.5.5 Perhitungan Prediksi Menggunakan Winter Additive

Hasil perhitungan prediksi menggunakan metode *Winter Additive* dapat dilihat di tabel 4.22. Pada tabel tersebut juga ditampilkan hasil perhitungan nilai MAD, MSD, dan RMSE, untuk jangka waktu prediksi 12 bulan. Jangka waktu prediksi 9 bulan, 6 bulan, dan 3 bulan dapat dihitung dengan cara yang sama dengan jangka waktu prediksi 12 bulan.

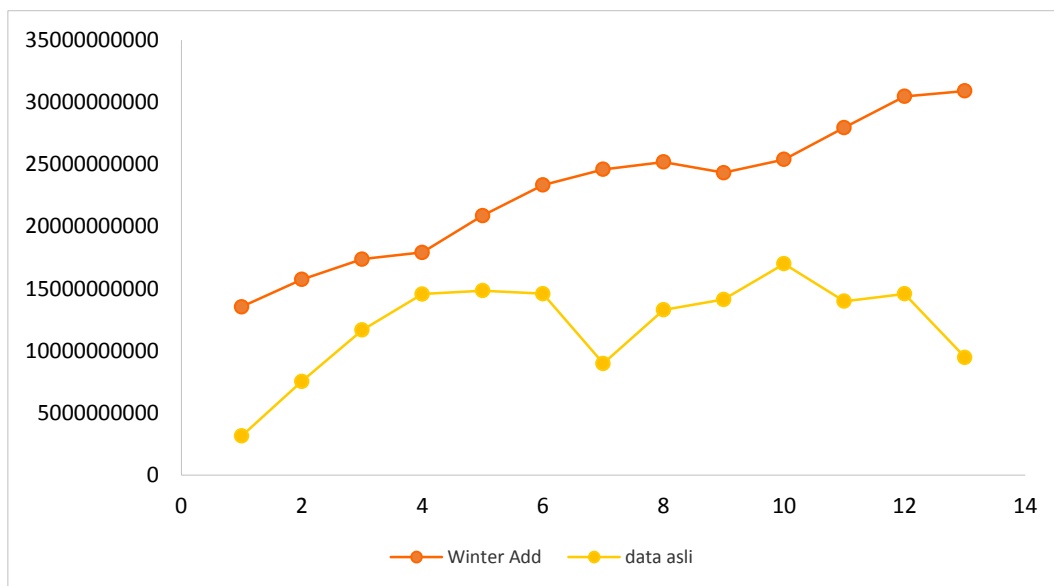
Tabel 4.22. Perhitungan nilai MAD, MSD, dan RMSE untuk prediksi *Winter Additive* pada penerimaan BBNKB hari kerja tahun 2015 dengan jangka waktu prediksi 12 bulan

TANGGAL PENERIMAAN	REALISASI (Y_t)	WINTER ADD (\hat{Y}_t)	DEVIASI ($Y_t - \hat{Y}_t$)	DEVIASI ² ($Y_t - \hat{Y}_t$) ²
02/01/2015	3138740000	13526885633	10388145633	1.07914.E+20
05/01/2015	7533224900	15735005382	8201780482	6.72692.E+19
06/01/2015	11657571000	17370352498	5712781498	3.26359.E+19
07/01/2015	14565187600	17914333914	3349146314	1.12168.E+19
dst...	....	....	....	....
31/12/2015	3336015000	305501637182	3.02166E+11	9.13041.E+22
		MAD	1.5461.E+11	
		MSD		3.14546.E+22
		RMSE		1.7735.E+11

Gambar 4.23 menunjukkan grafik prediksi menggunakan metode *Winter Additive* disandingkan dengan grafik realisasi. Pada gambar tersebut terlihat bahwa grafik prediksi memiliki tren naik yang menjauhi grafik realisasi, dengan jarak yang sangat jauh. Untuk dapat mengetahui lebih detail posisi grafik prediksi dengan realisasi, dapat dilihat gambar 4.24.



Gambar 4.23 Grafik data realisasi dan prediksi *Winter Additive* untuk penerimaan BBNKB pada tahun 2015 dengan jangka waktu prediksi 12 bulan



Gambar 4.24 Grafik data realisasi dan prediksi *Winter Additive* untuk penerimaan BBNKB pada tahun 2015 dengan jangka waktu prediksi 12 bulan yang diambil 13 hari pertama

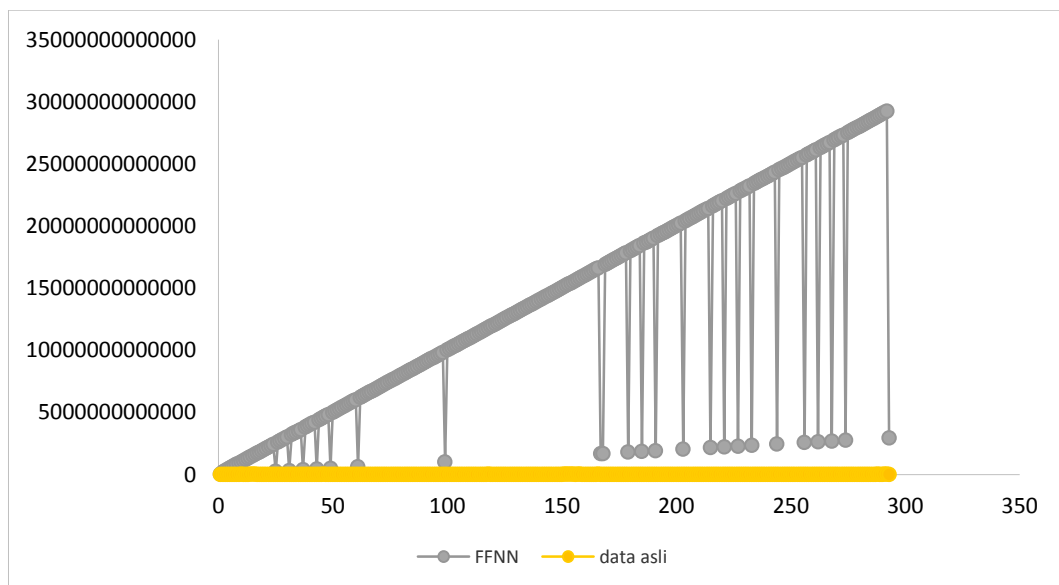
4.1.5.6 Perhitungan Prediksi Menggunakan FFNN

Hasil perhitungan prediksi menggunakan metode FFNN pada penerimaan BBNKB dapat dilihat di Tabel 4.23. Pada tabel tersebut dapat dilihat bahwa deviasi antara realisasi dengan prediksi menunjukkan angka yang lebih besar dibandingkan dengan deviasi pada metode prediksi lainnya. Dalam grafik prediksi

dan realisasi pada gambar 4.25 semakin menunjukkan bahwa deviasi antara prediksi dengan realisasi sangat besar.

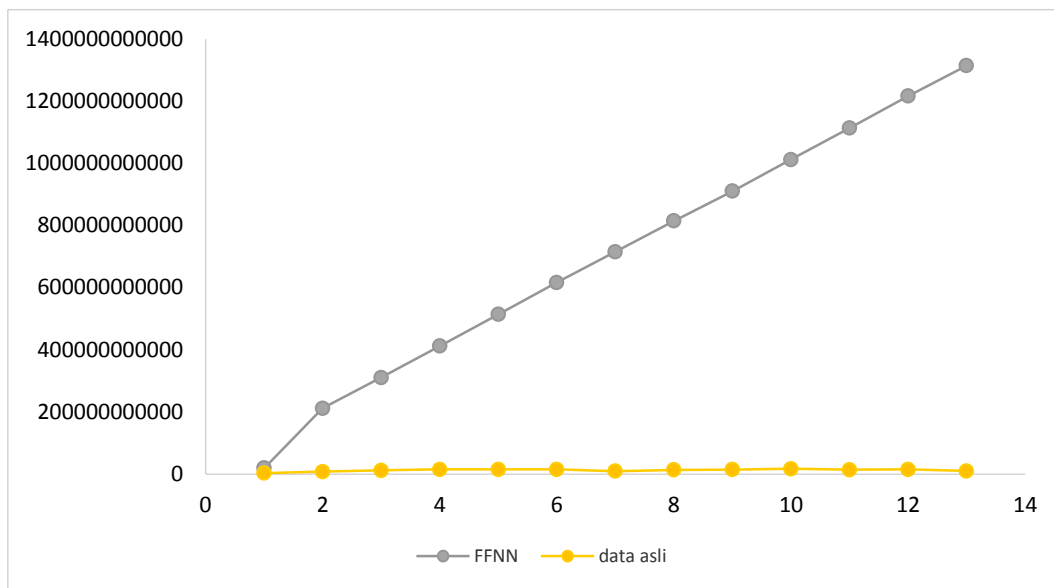
Tabel 4.23. Perhitungan nilai MAD, MSD, dan RMSE untuk prediksi *FFNN* pada penerimaan BBNKB hari kerja tahun 2015 dengan jangka waktu prediksi 12 bulan

TANGGAL PENERIMAAN	REALISASI (Y_t)	FFNN (\hat{Y}_t)	DEVIASI ($Y_t - \hat{Y}_t$)	DEVIASI ² ($Y_t - \hat{Y}_t$) ²
02/01/2015	3138740000	19531046600	1.6392.E+10	2.68708.E+20
05/01/2015	7533224900	211628113500	2.04095E+11	4.16547.E+22
06/01/2015	11657571000	310479437700	2.98822E+11	8.92945.E+22
07/01/2015	14565187600	411847226100	3.97282E+11	1.57833.E+23
dst...	....	....	....	....
31/12/2015	3336015000	2934375056000	2.93104E+12	8.59099.E+24
		MAD	1.3494.E+13	
		MSD		2.59037.E+26
		RMSE		1.6095.E+13



Gambar 4.25 Grafik data realisasi dan prediksi *FFNN* untuk penerimaan BBNKB pada tahun 2015 dengan jangka waktu prediksi 12 bulan

Gambar 4.26 menampilkan lebih detail posisi prediksi dari metode *FFNN* dengan realisasi. Tampak pada gambar tersebut grafik prediksi bergerak naik menjauhi grafik realisasi secara drastis.



Gambar 4.26 Grafik data realisasi dan prediksi *FFNN* untuk penerimaan BBNKB pada tahun 2015 dengan jangka waktu prediksi 12 bulan yang ditampilkan 13 hari pertama

4.1.5.7 Perbandingan Nilai kesalahan Metode Prediksi

Tabel 4.24 merupakan data hasil perhitungan nilai kesalahan untuk masing-masing metode prediksi dengan menggunakan data harian. Dari tabel tersebut dapat dilihat bahwa metode rata-rata memiliki nilai kesalahan yang paling kecil untuk jangka waktu prediksi 6 sampai dengan 12 bulan, sedangkan untuk jangka waktu prediksi 3 bulan metode yang paling baik adalah *Single Exponential Smoothing*.

Tabel 4.24. Perbandingan Metode Prediksi BBNKB

Jangka Waktu Prediksi	Nilai kesalahan	METODE PREDIKSI				
		RATA-RATA	SINGLE EX SMOOTH	TREND ANALYSIS	WINTER ADDITIVE (musiman 293 hari)	FFNN (1 hidden neuron)
12 Bulan	MAD	2.5042.E+09	2.5238.E+09	4.2405.E+09	1.5461.E+11	1.3494.E+13
	MSD	1.0654.E+19	1.0787.E+19	2.4380.E+19	3.1455.E+22	2.5904.E+26
	RMSE	3.2640.E+09	3.2844.E+09	4.9376.E+09	1.7735.E+11	1.6095.E+13
9 Bulan	MAD	2.0627.E+09	2.0647.E+09	3.5848.E+09	8.7584.E+09	9.7457.E+12
	MSD	7.6967.E+18	7.7217.E+18	1.8721.E+19	1.0310.E+20	1.4132.E+26
	RMSE	2.7743.E+09	2.7788.E+09	4.3268.E+09	1.0154.E+10	1.1888.E+13
6 Bulan	MAD	2.2690.E+09	2.9087.E+09	3.7606.E+09	5.5775.E+09	6.6233.E+12
	MSD	9.6542.E+18	9.6542.E+18	9.6542.E+18	9.6542.E+18	9.6542.E+18
	RMSE	3.1071.E+09	3.1071.E+09	3.1071.E+09	3.1071.E+09	3.1071.E+09

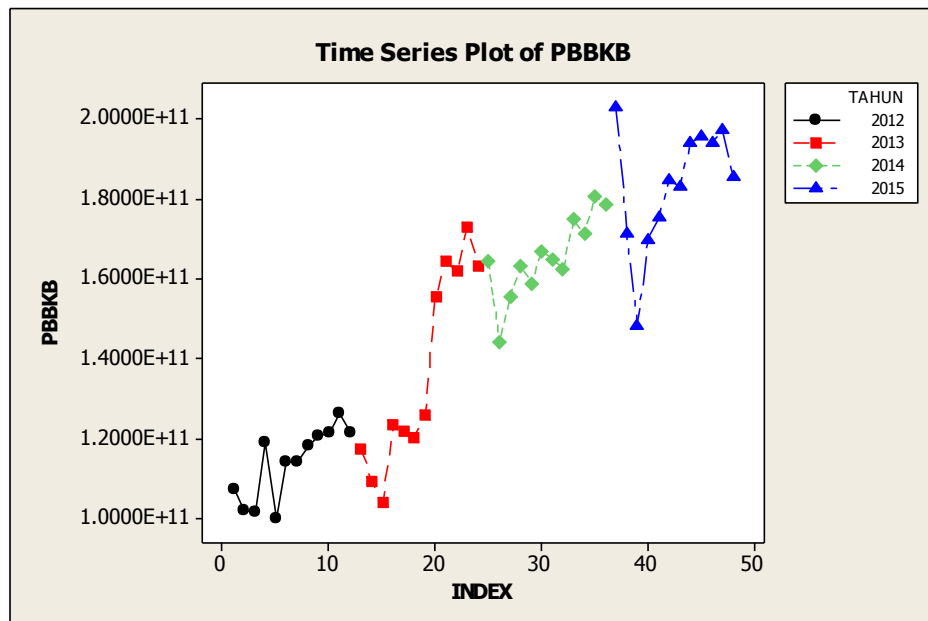
3 Bulan	MAD	2.0815.E+09	2.0807.E+09	3.2289.E+09	5.6644.E+09	3.1068.E+12
	MSD	8.4721.E+18	7.8621.E+18	1.5342.E+19	4.2263.E+19	1.5512.E+25
	RMSE	2.9107.E+09	2.8039.E+09	3.9169.E+09	6.5010.E+09	3.9386.E+12

4.1.6 Pajak Bahan Bakar Kendaraan Bermotor (PBBKB)

Penjelasan mengenai karakteristik data PBBKB dan perbandingan hasil perhitungan antar metode prediksi akan dijelaskan pada pembahasan dibawah ini.

4.1.6.1 Karakteristik Data PBBKB

PBBKB adalah pajak atas penggunaan bahan bakar kendaraan bermotor, baik kendaraan yang berjalan di darat maupun di air. Penerimaan dari PBBKB tidak didapatkan setiap hari. PBBKB dibayarkan oleh Wajib Pungut, yaitu penyedia bahan bakar (misal: Pertamina, Shell Indonesia, Petronas Indonesia, dan Total Indonesia), setiap bulan sekali pada tanggal yang berbeda-beda. Untuk itu, maka data yang digunakan untuk prediksi adalah data penerimaan tiap bulan.



Gambar 4.27 Time Series Plot Penerimaan PBBKB Bulanan pada Tahun 2012 s/d 2015

Time series plot penerimaan PBBKB pada tahun 2012 sampai dengan 2015 dapat dilihat pada gambar 4.27. Pada gambar tersebut terlihat bahwa

penerimaan PBBKB dalam satu tahun terdapat kenaikan dan penurunan. Tetapi secara keseluruhan pada rentang tahun 2012 sampai dengan 2015 penerimaannya cenderung naik.

Kenaikan penerimaan yang sangat signifikan terdapat pada tahun 2013. Karena pada tahun tersebut terdapat kenaikan harga BBM bersubsidi, yaitu pada tanggal 22 Juni 2013. Pada tahun tersebut harga premium dari Rp 4.500 menjadi Rp 6.500 (naik 44%), sedangkan harga solar naik dari Rp 4.500 menjadi Rp 5.500 (naik 22%).

Di awal tahun 2015 terlihat dalam gambar 4.23 terdapat penurunan penerimaan yang signifikan. Karena pada waktu tersebut terdapat penurunan harga BBM, yaitu pada tanggal 1 dan 19 Januari 2015. Pada tanggal 1 Januari 2015 penurunan harga BBM sebesar 10%, sedangkan pada tanggal 19 Januari 2015 turun 11%. Sehingga dalam bulan Januari 2015 saja BBM sudah turun sebesar 21%.

Dari penjelasan di atas dapat diketahui bahwa kenaikan dan penurunan penerimaan PBBKB sangat bergantung kepada harga BBM yang berlaku di masyarakat. Selain itu juga dipengaruhi oleh tingkat konsumsi / besarnya penggunaan BBM di masyarakat. Harga BBM sangat dipengaruhi oleh harga minyak dunia, sedangkan tingkat konsumsi BBM dipengaruhi oleh kondisi ekonomi / pertumbuhan ekonomi. Dengan kata lain penerimaan PBBKB dipengaruhi oleh kondisi ekonomi baik di tingkat lokal maupun global.

4.1.6.2 Perbandingan Nilai Kesalahan Metode Prediksi

Dengan cara yang sama dengan penerimaan PKB dan BBNKB, maka dapat dihitung nilai kesalahan dari masing-masing metode prediksi untuk jangka waktu prediksi 12 bulan, 9 bulan, 6 bulan, dan 3 bulan. Perbandingan nilai kesalahan dari masing-masing metode prediksi disajikan di tabel 4.25.

Tabel 4.25. Perbandingan Metode Prediksi PBBKB

Jangka Waktu Prediksi	Nilai kesalahan	METODE PREDIKSI				
		RATA-RATA	SINGLE EX SMOOTH	TREND ANALYSIS	WINTER ADDITIVE (Musiman 12 bulan)	FFNN
12 Bulan	MAD	2.08845.E+10	1.31111.E+10	1.40811.E+10	3.41973.E+10	6.4820.E+12

	MSD	5.39580.E+20	2.37340.E+20	2.83183.E+20	1.42274.E+21	5.3943.E+25
	RMSE	2.32289.E+10	1.54058.E+10	1.68280.E+10	3.77192.E+10	7.3446.E+12
9 Bulan	MAD	1.34537.E+10	3.31297.E+10	7.30961.E+09	4.67573.E+09	4.9824.E+12
	MSD	2.36745.E+20	1.17777.E+21	8.86346.E+19	4.38263.E+19	3.1489.E+25
	RMSE	1.53865.E+10	3.43187.E+10	9.41459.E+09	6.62014.E+09	5.6115.E+12
6 Bulan	MAD	1.61298.E+10	9.66889.E+09	4.35426.E+09	3.87820.E+09	3.4839.E+12
	MSD	2.88281.E+20	1.21597.E+20	4.03954.E+19	2.00201.E+19	1.5042.E+25
	RMSE	1.69788.E+10	1.10271.E+10	6.35574.E+09	4.47439.E+09	3.8784.E+12
3 Bulan	MAD	1.16678.E+10	4.10524.E+09	4.99320.E+09	2.40747.E+09	1.9986.E+12
	MSD	1.61348.E+20	3.05599.E+19	6.50610.E+19	7.91324.E+18	4.6753.E+24
	RMSE	1.27023.E+10	5.52810.E+09	8.06604.E+09	2.81305.E+09	2.1622.E+12

Berdasarkan hasil perhitungan pada tabel 4.25 dapat diketahui bahwa metode dengan nilai kesalahan paling kecil pada rentang prediksi 9, 6, dan 3 bulan adalah *Winter Additive*. Sedangkan pada jangka waktu prediksi 12 bulan metode dengan nilai kesalahan terkecil adalah *Singe Exponential Smoothing*.

4.1.7 Pajak Air Permukaan (PAP)

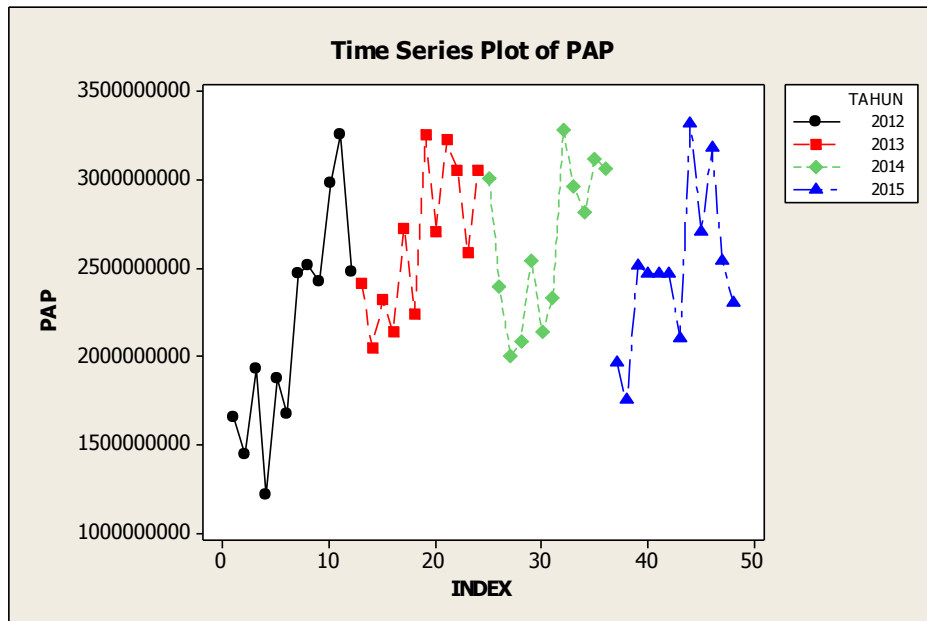
Penjelasan mengenai karakteristik data PAP dan perbandingan hasil perhitungan antar metode prediksi akan dijelaskan pada pembahasan dibawah ini.

4.1.7.1 Karakteristik Data PAP

PAP adalah pajak atas pengambilan dan/atau pemanfaatan air permukaan untuk keperluan di luar kebutuhan dasar rumah tangga dan pertanian rakyat. Dengan kata lain, PAP dikenakan pada industri / perusahaan yang menggunakan air permukaan untuk kebutuhan perusahaannya. Contoh air permukaan yaitu: air sungai, air danau, air rawa, air waduk, dan mata air, serta air laut yang dimanfaatkan di darat.

PAP dibayarkan oleh perusahaan setiap bulan sekali, sesuai dengan jumlah / volume pemakaian air permukaan. Setiap perusahaan memiliki tanggal pembayaran yang berbeda-beda, sesuai dengan penetapan awal perusahaan tersebut sebagai Wajib Pajak. Untuk itu data yang digunakan sebagai bahan untuk membuat model dalam metode prediksi adalah data bulanan.

Gambar 4.28 adalah time series plot untuk penerimaan PAP bulanan pada tahun 2012 sampai dengan 2015. Pada gambar tersebut terlihat bahwa grafik PAP bersifat stationer. Hanya pada awal sampai dengan pertengahan tahun 2012 terdapat kenaikan yang signifikan, setelah itu terjadi kenaikan dan penurunan yang relatif stabil.



Gambar 4.28 Time Series Plot Penerimaan PAP bulanan pada Tahun 2012 s/d 2015

4.1.7.2 Perbandingan Nilai Kesalahan Metode Prediksi

Dengan cara yang sama dengan penerimaan PKB dan BBNKB, maka dapat dihitung nilai kesalahan dari masing-masing metode prediksi untuk jangka waktu prediksi 12 bulan, 9 bulan, 6 bulan, dan 3 bulan. Perbandingan nilai kesalahan dari masing-masing metode prediksi disajikan di tabel 4.26.

Tabel 4.26. Perbandingan Metode Prediksi PAP

Jangka Waktu Prediksi	Nilai kesalahan	METODE PREDIKSI				
		RATA-RATA	SINGLE EX SMOOTH	TREND ANALYSIS	WINTER ADDITIVE (Musiman 12 bulan)	FFNN
12 Bulan	MAD	3.7457.E+08	6.2986.E+08	7.1255.E+08	4.1380.E+08	6.5162.E+10
	MSD	2.1290.E+17	4.9952.E+17	6.3505.E+17	2.2970.E+17	5.4386.E+21
	RMSE	4.6141.E+08	7.0677.E+08	7.9690.E+08	4.7927.E+08	7.3747.E+10

9 Bulan	MAD	5.4329.E+08	3.5484.E+08	4.2736.E+08	2.4254.E+09	5.0026.E+10
	MSD	4.3523.E+17	2.3426.E+17	2.1188.E+17	7.7211.E+18	3.1537.E+21
	RMSE	6.5972.E+08	4.8400.E+08	4.6030.E+08	2.7787.E+09	5.6157.E+10
6 Bulan	MAD	4.7801.E+08	4.0511.E+08	4.1758.E+08	6.4106.E+08	3.4578.E+10
	MSD	3.7104.E+17	2.4880.E+17	2.0980.E+17	5.6226.E+17	1.4968.E+21
	RMSE	6.0913.E+08	4.9880.E+08	4.5803.E+08	7.4984.E+08	3.8689.E+10
3 Bulan	MAD	3.3571.E+08	3.6504.E+08	3.9317.E+08	7.8290.E+08	2.0031.E+10
	MSD	2.0601.E+17	1.4471.E+17	1.6536.E+17	7.5601.E+17	4.7842.E+20
	RMSE	4.5388.E+08	3.8041.E+08	4.0664.E+08	8.6949.E+08	2.1873.E+10

Berdasarkan hasil perhitungan pada tabel 4.26 dapat diketahui bahwa tiap jangka waktu prediksi memiliki hasil yang berbeda-beda. Metode dengan nilai kesalahan paling kecil yaitu rata-rata untuk jangka waktu prediksi 12 bulan, *Trend Analysis* untuk jangka waktu prediksi 9 dan 6 bulan, serta *Single Exponential Smoothing* untuk jangka waktu prediksi 3 bulan.

4.1.8 Retribusi Jasa Usaha (RJU)

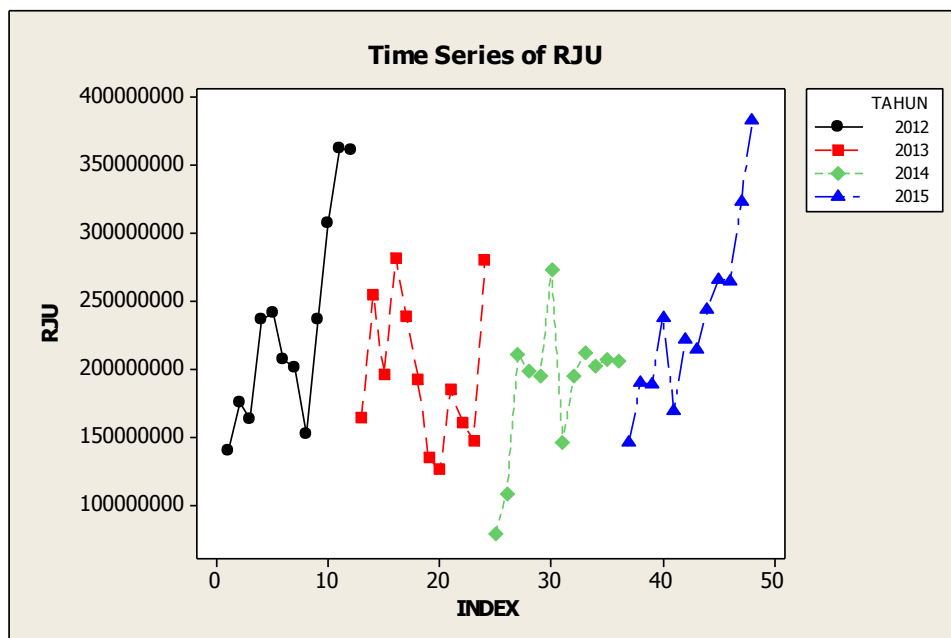
Penjelasan mengenai karakteristik data RJU dan perbandingan hasil perhitungan antar metode prediksi akan dijelaskan pada pembahasan dibawah ini.

4.1.8.1 Karakteristik Data RJU

RJU adalah retribusi yang dipungut dari jasa yang disediakan oleh Dipenda Jatim dengan menganut prinsip-prinsip komersial. RJU di Dipenda Jatim antara lain didapat dari Retribusi Pemakaian Kekayaan Daerah (RPKD) dan Retribusi Tempat Pelelangan (RTP). Contoh dari RPKD yaitu sewa tempat untuk kantin/fotocopy, sewa lahan untuk layanan ATM perbankan, sewa tempat parkir di tanah aset Dipenda Jatim, dan lain sebagainya. Sedangkan contoh dari RTP yaitu tempat-tempat di Dipenda Jatim yang digunakan untuk lelang kayu.

RJU ada yang diterima secara rutin ada yang tidak. RJU yang diterima secara rutin setiap bulan adalah RPKD. Setiap penyewa lahan akan membayarkan retribusi biaya sewa setiap bulan sekali, dengan masa laku yang berbeda-beda bergantung pada tanggal pertama kali penyewa menggunakan lahan tersebut. Sedangkan RJU yang tidak diterima secara rutin adalah RTP, karena tidak setiap saat terdapat pelelangan hasil hutan / kayu.

Gambar 4.29 merupakan grafik time series dari penerimaan RJU dari tahun 2012 sampai dengan 2015. Pada gambar tersebut dapat dilihat bahwa grafik penerimaan RJU tidak memiliki pola baik tren maupun musiman. Grafik tersebut lebih bersifat stationer dengan beberapa *outlier*. *Outlier* yang pertama berada pada penerimaan di akhir tahun 2012, dimana penerimaan RJU naik secara signifikan. *Outlier* yang kedua berada di awal tahun 2014, dimana penerimaan RJU pada awal tahun tersebut turun menjauhi penerimaan sebelumnya. *Outlier* yang terakhir berada di akhir tahun 2015, dimana penerimaan kembali naik secara signifikan.



Gambar 4.29 Time Series Plot Penerimaan RJU bulanan pada Tahun 2012 s/d 2015

4.1.8.2 Perbandingan Nilai Kesalahan Metode Prediksi

Dengan cara yang sama dengan penerimaan PKB dan BBNKB, maka dapat dihitung nilai kesalahan dari masing-masing metode prediksi untuk jangka waktu prediksi 12 bulan, 9 bulan, 6 bulan, dan 3 bulan. Perbandingan nilai kesalahan dari masing-masing metode prediksi disajikan di tabel 4.27.

Tabel 4.27. Perbandingan Metode Prediksi RJU

Jangka Waktu Prediksi	Nilai kesalahan	METODE PREDIKSI				
		RATA-RATA	SINGLE EX SMOOTH	TREND ANALYSIS	WINTER ADDITIVE (Musiman 12 bulan)	FFNN
12 Bulan	MAD	6.0663.E+07	5.4017.E+07	6.3691.E+07	2.6490.E+08	6.3738.E+09
	MSD	6.6604.E+15	5.2472.E+15	7.3356.E+15	8.3475.E+16	5.3225.E+19
	RMSE	8.1611.E+07	7.2437.E+07	8.5648.E+07	2.8892.E+08	7.2955.E+09
9 Bulan	MAD	8.4136.E+07	7.4166.E+07	8.2752.E+07	6.0306.E+07	4.9302.E+09
	MSD	1.0377.E+16	8.4209.E+15	1.0221.E+16	4.7400.E+15	3.0722.E+19
	RMSE	1.0187.E+08	9.1765.E+07	1.0110.E+08	6.8848.E+07	5.5428.E+09
6 Bulan	MAD	9.0110.E+07	8.2217.E+07	9.7588.E+07	1.2130.E+08	3.4099.E+09
	MSD	1.1213.E+16	9.8528.E+15	1.2756.E+16	1.5422.E+16	1.4425.E+19
	RMSE	1.0589.E+08	9.9261.E+07	1.1294.E+08	1.2419.E+08	3.7981.E+09
3 Bulan	MAD	1.1511.E+08	9.2971.E+07	1.2518.E+08	3.4567.E+07	1.9174.E+09
	MSD	1.5580.E+16	1.0972.E+16	1.8023.E+16	1.4718.E+15	4.2997.E+18
	RMSE	1.2482.E+08	1.0475.E+08	1.3425.E+08	3.8365.E+07	2.0736.E+09

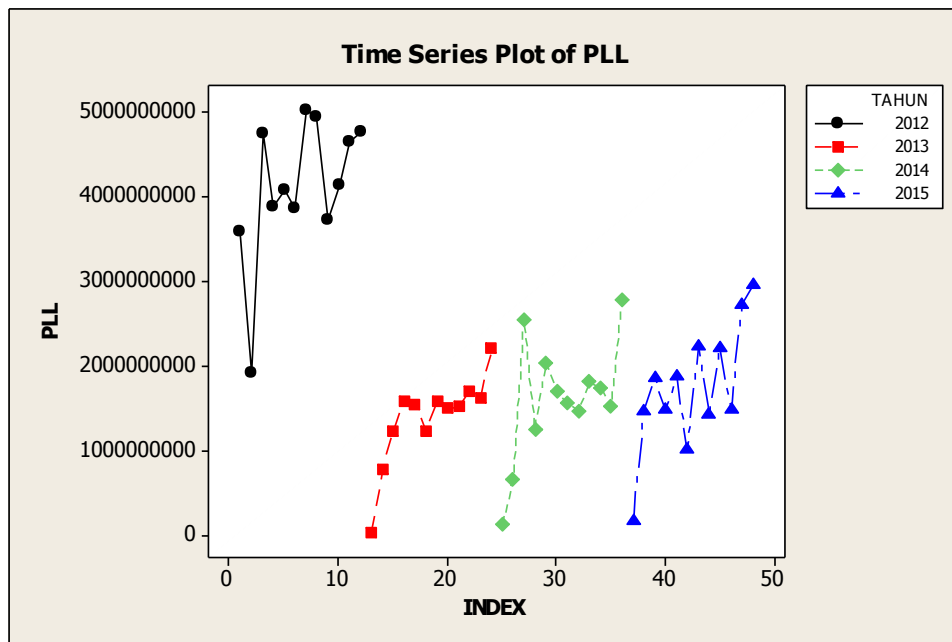
Berdasarkan hasil perhitungan pada tabel 4.27 dapat diketahui bahwa tiap jangka waktu prediksi memiliki hasil yang berbeda-beda. Metode dengan nilai kesalahan paling kecil yaitu *Single Exponential Smoothing* untuk jangka waktu prediksi 12 dan 6 bulan, dan *Winter Additive* untuk jangka waktu prediksi 9 dan 3 bulan.

4.1.9 Penerimaan Lain-Lain (PLL)

Penjelasan mengenai karakteristik data PLL dan perbandingan hasil perhitungan antar metode prediksi akan dijelaskan pada pembahasan dibawah ini.

4.1.9.1 Karakteristik Data PLL

PLL merupakan salah satu sumber PAD di luar pajak daerah, retribusi daerah, dan hasil pengelolaan kekayaan daerah yang dipisahkan. Contoh PLL di Dipenda Jatim yaitu: bagi hasil retribusi parkir yang dipungut oleh pemerintah kabupaten/kota, bagi hasil pemanfaatan teknologi informasi, dan lain sebagainya. PLL tidak diterima secara rutin, tetapi dalam satu bulan pasti terdapat penerimaan dari jenis penerimaan ini.



Gambar 4.30 Time Series Plot PLL bulanan pada Tahun 2012 s/d 2015

Gambar 4.30 adalah grafik dari time series PLL. Dalam grafik tersebut terlihat bahwa penerimaan pada tahun 2012 jauh lebih tinggi daripada penerimaan di tahun sesudahnya. Tetapi meskipun begitu, apabila dilihat di tiap tahun memiliki pola yang hampir sama. Pada awal bulan penerimaannya selalu rendah, kemudian naik secara bertahap hingga akhir tahun.

4.1.9.2 Perbandingan Nilai Kesalahan Metode Prediksi

Dengan cara yang sama dengan penerimaan PKB dan BBNKB, maka dapat dihitung nilai kesalahan dari masing-masing metode prediksi untuk jangka waktu prediksi 12 bulan, 9 bulan, 6 bulan, dan 3 bulan. Perbandingan nilai kesalahan dari masing-masing metode prediksi disajikan di tabel 4.28.

Tabel 4.28. Perbandingan Metode Prediksi PLL

Jangka Waktu Prediksi	Nilai kesalahan	METODE PREDIKSI				
		RATA-RATA	SINGLE EX SMOOTH	TREND ANALYSIS	WINTER ADDITIVE (Musiman 12 bulan)	FFNN
12 Bulan	MAD	5.6926.E+08	6.7109.E+08	1.4080.E+09	1.8234.E+09	6.2611.E+10
	MSD	5.4065.E+17	7.0488.E+17	2.5409.E+18	3.5575.E+18	5.3512.E+21
	RMSE	7.3529.E+08	8.3957.E+08	1.5940.E+09	1.8861.E+09	7.3152.E+10
9 Bulan	MAD	8.0383.E+08	5.5870.E+08	1.4715.E+09	4.8548.E+08	4.2664.E+10

	MSD	9.6767.E+17	5.0381.E+17	2.7343.E+18	4.0171.E+17	2.5899.E+21
	RMSE	9.8370.E+08	7.0979.E+08	1.6536.E+09	6.3381.E+08	5.0891.E+10
6 Bulan	MAD	8.6601.E+08	7.7712.E+08	1.5973.E+09	4.1585.E+08	3.2990.E+10
	MSD	1.0763.E+18	9.3025.E+17	2.9679.E+18	2.3877.E+17	1.4444.E+21
	RMSE	1.0375.E+09	9.6449.E+08	1.7227.E+09	4.8864.E+08	3.8005.E+10
3 Bulan	MAD	8.8977.E+08	7.7819.E+08	1.5737.E+09	7.1550.E+08	1.9627.E+10
	MSD	1.1635.E+18	6.9699.E+17	2.9520.E+18	5.9001.E+17	4.4937.E+20
	RMSE	1.0786.E+09	8.3486.E+08	1.7182.E+09	7.6812.E+08	2.1198.E+10

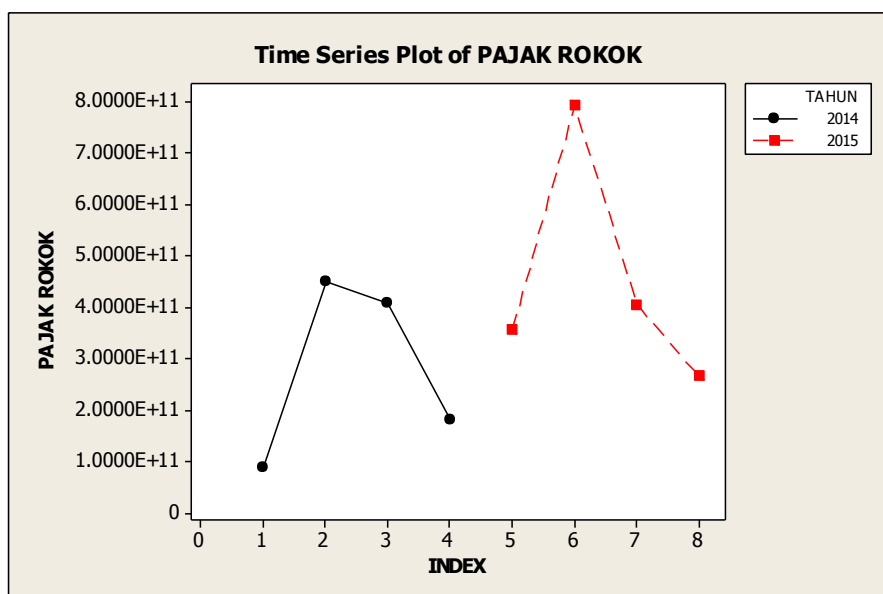
Berdasarkan hasil perhitungan pada tabel 4.28 dapat diketahui bahwa tiap jangka waktu prediksi memiliki hasil yang berbeda-beda. Metode dengan nilai kesalahan paling kecil yaitu *Winter Additive* untuk jangka waktu prediksi 9, 6, dan 3 bulan, dan rata-rata untuk jangka waktu prediksi 12 bulan.

4.1.10 Pajak Rokok

Penjelasan mengenai karakteristik data Pajak Rokok dan perbandingan hasil perhitungan antar metode prediksi akan dijelaskan pada pembahasan dibawah ini.

4.1.10.1 Karakteristik Data Pajak Rokok

Pajak Rokok mulai diberlakukan di Jawa Timur pada tahun 2014, sesuai dengan amanat Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 28 Tahun 2009 tentang Pajak Daerah dan Retribusi Daerah. Jenis penerimaan ini tidak diterima secara teratur dengan waktu yang tetap. Tetapi dilihat dari penerimaan Pajak Rokok pada tahun 2014 dan 2015, dalam satu tahun terdapat penerimaan sebanyak 4 (empat) kali. Sehingga untuk memprediksi penerimaan Pajak Rokok menggunakan data tahunan.



Gambar 4.31 Time Series Plot Penerimaan Pajak Rokok pada Tahun 2012 s/d 2015

Jangka waktu prediksi yang digunakan sesuai dengan frekuensi jumlah penerimaan dalam waktu tahun, sehingga satuannya adalah waktu. Untuk FFNN tidak dapat dimodelkan, karena data terlalu sedikit, sehingga tidak signifikan pada lag PACF berapapun.

4.1.10.2 Perbandingan Nilai Kesalahan Metode Prediksi

Tabel 4.29 menunjukkan perbandingan nilai kesalahan masing-masing metode prediksi untuk data Pajak Rokok. Dari tabel tersebut dapat disimpulkan bahwa metode yang memiliki nilai kesalahan terkecil yaitu metode Winter Additive untuk jangka waktu prediksi 4, 3, dan 1 waktu, sedangkan untuk 2 waktu adalah metode rata-rata.

Tabel 4.29. Perbandingan Metode Prediksi Pajak Rokok

Jangka Waktu Prediksi	Nilai kesalahan	METODE PREDIKSI			
		RATA-RATA	SINGLE EX SMOOTH	TREND ANALYSIS	WINTER ADDITIVE (Musiman 4 waktu)
4 waktu	MAD	1.8121.E+11	4.5496.E+11	1.5112.E+11	1.3264.E+11
	MSD	7.0556.E+22	2.4754.E+23	5.1168.E+22	2.5119.E+22
	RMSE	2.6562.E+11	4.9753.E+11	2.2620.E+11	1.5849.E+11
3 waktu	MAD	1.9171.E+11	1.9680.E+11	1.9375.E+11	1.8221.E+11
	MSD	6.6970.E+22	7.1201.E+22	6.6634.E+22	3.4862.E+22

	RMSE	2.5879.E+11	2.6684.E+11	2.5814.E+11	1.8671.E+11
2 waktu	MAD	2.3954.E+11	4.6952.E+11	3.8947.E+11	2.8648.E+11
	MSD	6.2201.E+22	2.2527.E+23	1.6436.E+23	8.3917.E+22
	RMSE	2.4940.E+11	4.7462.E+11	4.0542.E+11	2.8968.E+11
1 waktu	MAD	2.5226.E+11	1.7316.E+11	3.4383.E+11	4.4756.E+10
	MSD	6.3636.E+22	2.9984.E+22	1.1822.E+23	2.0031.E+21
	RMSE	2.5226.E+11	1.7316.E+11	3.4383.E+11	4.4756.E+10

4.1.11 Pemilihan Metode Prediksi

Setelah melakukan perhitungan terhadap nilai kesalahan masing-masing metode prediksi pada masing-masing jenis penerimaan, maka tahap berikutnya dilakukan pemilihan metode prediksi. Tabel 4.29 merupakan rekapitulasi metode prediksi yang dipilih berdasarkan perhitungan nilai kesalahan. Dari metode prediksi yang telah dipilih tersebut, kemudian dijadikan metode prediksi dalam sistem peringatan dini yang akan dibangun.

Tabel 4.30. Rekap Metode Prediksi Dengan Nilai kesalahan Terkecil Untuk Masing-Masing Data Jenis Penerimaan PAD

No	Jenis Penerimaan	Metode Prediksi				Jenis Data
		12 bln / 4 waktu	9 bln / 3 waktu	6 bln / 2 waktu	3 bln / 1 waktu	
1	PKB	Trend Analysis	Trend Analysis	Trend Analysis	Winter Additive	Data Harian Hari Kerja
2	BBNKB	Rata-rata	Rata-rata	Rata-rata	Single Ex Smoothing	Data Harian Hari Kerja
3	PBBKB	Single Ex Smoothing	Winter Additive	Winter Additive	Winter Additive	Data Bulanan
4	PAP	Rata-rata	Trend Analysis	Trend Analysis	Single Ex Smoothing	Data Bulanan
5	RJU	Single Ex Smoothing	Winter Additive	Single Ex Smoothing	Winter Additive	Data Bulanan
6	PLL	Rata-rata	Winter Additive	Winter Additive	Winter Additive	Data Bulanan
7	Pajak Rokok	Winter Additive	Winter Additive	Rata-rata	Winter Additive	Data Tahunan

Dalam tabel 4.30 terdapat jenis penerimaan yang memiliki metode prediksi lebih dari satu. Sesuai dengan perhitungan nilai kesalahan sebelumnya, untuk jenis penerimaan yang memiliki metode prediksi lebih dari satu, metode prediksi tersebut akan dipilih salah satu pada setiap jangka waktu prediksi. Misalnya untuk jenis penerimaan RJU, maka untuk jangka waktu prediksi 1 tahun

dipilih metode Single Exponential Smoothing. Sedangkan untuk jangka waktu prediksi 9 bulan dipilih metode prediksi Winter Additive.

4.1.12 Uji Coba Metode Prediksi Untuk Sistem Peringatan Dini

Uji coba masing-masing metode prediksi pada setiap jenis penerimaan dilakukan untuk memberikan gambaran terhadap sistem yang akan dibangun. Uji coba ini dilakukan pada setiap jangka waktu prediksi, mulai dari prediksi selama 12 bulan, 9 bulan, 6 bulan, dan 3 bulan. Uji coba dilakukan dengan menggunakan data penerimaan PAD tahun 2015. Pengaruh jangka waktu prediksi terhadap selisih antara prediksi dengan realisasi, dapat dilihat dengan membandingkan hasil uji coba dari masing-masing jangka waktu prediksi.

4.1.12.1 Uji coba jangka waktu prediksi 12 bulan

Tabel 4.31 adalah hasil uji coba penggunaan metode prediksi yang dipilih pada jangka waktu 12 bulan (prediksi dilakukan pada tanggal 31 Desember 2014). Dalam tabel tersebut terdapat kondisi prediksi penerimaan PAD tiap jenis pungutan dan secara global. Sebagian besar hasil prediksi menunjukkan kondisi tercapai, kecuali untuk pajak rokok, menunjukkan kondisi yang tidak tercapai.

Tabel 4.31. Prediksi Penerimaan PAD untuk jangka waktu prediksi 12 bulan pada tahun 2015

NO	JENIS PENERIMAAN	METODE	HASIL PREDIKSI 1 TAHUN	TARGET	PROSEN	KONDISI
1	PKB	<i>Trend Analysis</i>	4,912,809,729,302	4,800,000,000,000	102.35	Tercapai
2	BBNKB	Rata-rata	4,064,726,227,300	3,700,000,000,000	109.86	Tercapai
3	PBBKB	<i>Winter Additive</i>	2,571,881,165,960	2,200,000,000,000	116.90	Tercapai
4	PAP	Rata-Rata	31,770,800,086	29,300,000,000	108.43	Tercapai
5	RJU	<i>Single Exponential Smoothing</i>	2,432,428,969	2,180,000,000	111.58	Tercapai
6	PLL	Rata-rata	19,229,924,321	17,400,000,000	110.52	Tercapai
7	PAJAK ROKOK	<i>Winter Additive</i>	1,512,130,173,283	1,600,000,000,000	94.51	Tidak Tercapai
JUMLAH			13,114,980,449,221	12,348,880,000,000	106.20	Tercapai

Kondisi realisasi penerimaan PAD tahun 2015 ditunjukkan di tabel 4.32, dimana untuk kondisi tidak tercapai ada pada penerimaan BBNKB. Meskipun terdapat perbedaan kondisi untuk hasil prediksi dan realisasi pada jenis penerimaan tertentu, tetapi secara mayoritas terdapat persamaan kondisi antara prediksi dan realisasi.

Tabel 4.32. Kondisi Realisasi Penerimaan PAD Tahun 2015

NO	JENIS PENERIMAAN	TARGET	REALISASI	PROSEN REALISASI	KONDISI
1	PKB	4,800,000,000,000	4,911,629,320,175	102.33	Tercapai
2	BBNKB	3,700,000,000,000	3,534,090,028,065	95.52	Tidak Tercapai
3	PBBKB	2,200,000,000,000	2,201,522,361,438	100.07	Tercapai
4	PAP	29,300,000,000	30,116,623,824	102.79	Tercapai
5	RJU	2,180,000,000	2,849,623,430	130.72	Tercapai
6	PLL	17,400,000,000	20,893,981,150	120.08	Tercapai
7	PAJAK ROKOK	1,600,000,000,000	1,819,839,011,049	113.74	Tercapai
JUMLAH		12,348,880,000,000	12,520,940,949,131	101.39	Tercapai

Untuk mengetahui selisih penerimaan PAD antara hasil prediksi dengan realisasi pada tahun 2015, dapat dilihat pada tabel 4.33. Pada tabel tersebut diketahui bahwa selisih total antara prediksi dengan realisasi sebesar 594.038.500.090 (500 miliar lebih). Selisih tersebut secara nominal memang terlihat besar, tetapi apabila dilihat secara persentase, maka selisih antara prediksi dengan realisasi hanya sebesar 4.81%. Selisih persentase secara detail tiap jenis penerimaan dapat dilihat di tabel 4.34.

Tabel 4.33. Selisih prediksi jangka waktu 12 bulan dan realisasi penerimaan tahun 2015

NO	JENIS PENERIMAAN	HASIL PREDIKSI 12 BULAN	REALISASI	SELISIH
1	PKB	4,912,809,729,302	4,911,629,320,175	1,180,409,127
2	BBNKB	4,064,726,227,300	3,534,090,028,065	530,636,199,235
3	PBBKB	2,571,881,165,960	2,201,522,361,438	370,358,804,522
4	PAP	31,770,800,086	30,116,623,824	1,654,176,262
5	RJU	2,432,428,969	2,849,623,430	417,194,461

6	PLL	19,229,924,321	20,893,981,150	1,664,056,829
7	PAJAK ROKOK	1,512,130,173,283	1,819,839,011,049	307,708,837,766
JUMLAH		13,114,980,449,221	12,520,940,949,131	594,039,500,090

Selisih persentase terkecil antara prediksi dan realisasi ada pada jenis penerimaan PKB, yaitu sebesar 0,02%. Sedangkan yang paling besar terdapat pada Pajak Rokok, sebesar 19,23%. Besaran selisih antara prediksi dan realisasi dapat disebabkan karena jumlah data yang digunakan sebagai data training. Untuk penerimaan Pajak Rokok, karena baru dikenakan pada tahun 2014, maka hanya sedikit data yang digunakan untuk data training. Selain itu frekuensi penerimaan Pajak Rokok tidak sesering jenis penerimaan yang lain (hanya empat kali dalam setahun).

Tabel 4.34. Selisih persentase prediksi jangka waktu 12 bulan dan realisasi penerimaan tahun 2015

NO	JENIS PENERIMAAN	PROSEN PREDIKSI	PROSEN REALISASI	SELISIH PROSEN
1	PKB	102.35	102.33	0.02
2	BBNKB	109.86	95.52	14.34
3	PBBKB	116.90	100.07	16.83
4	PAP	108.43	102.79	5.65
5	RJU	111.58	130.72	19.14
6	PLL	110.52	120.08	9.56
7	PAJAK ROKOK	94.51	113.74	19.23
JUMLAH		106.20	101.39	4.81

4.1.12.2 Uji coba jangka waktu prediksi 9 bulan

Perhitungan prediksi dilakukan pada tanggal 31 Maret 2015 untuk mendapatkan prediksi penerimaan PAD selama 9 bulan ke depan. Pada tabel 4.35 dapat dilihat hasil uji coba penggunaan metode prediksi yang dipilih untuk jangka waktu prediksi 9 bulan. Ada tiga jenis penerimaan yang berada dalam kondisi waspada, yaitu penerimaan PKB, PBBKB, dan PLL. Sedangkan untuk kondisi tidak tercapai terdapat pada jenis penerimaan BBNKB. Kondisi tercapai terdapat pada jenis penerimaan PAP, RJU, dan Pajak Rokok.

Tabel 4.35. Prediksi Penerimaan PAD untuk jangka waktu prediksi 9 bulan pada tahun 2015

NO	JENIS PENERIMAAN	METODE	HASIL PREDIKSI 9 BULAN	TARGET	PROSEN PREDIKSI	KONDISI
1	PKB	<i>Trend Analysis</i>	4,801,041,495,446	4,800,000,000,000	100.02	Waspada
2	BBNKB	<i>Rata-rata</i>	3,596,033,703,773	3,700,000,000,000	97.19	Tidak Tercapai
3	PBBKB	<i>Winter Additive</i>	2,228,525,335,149	2,200,000,000,000	101.30	Waspada
4	PAP	<i>Trend Analysis</i>	32,310,679,127	29,300,000,000	110.28	Tercapai
5	RJU	<i>Winter Additive</i>	2,391,450,299	2,180,000,000	109.70	Tercapai
6	PLL	<i>Winter Additive</i>	17,314,704,851	17,400,000,000	99.51	Waspada
7	PAJAK ROKOK	<i>Winter Additive</i>	2,093,829,300,549	1,600,000,000,000	130.86	Tercapai
JUMLAH			12,771,446,669,195	12,348,880,000,000	103.42	Tercapai

Selisih antara prediksi dengan realisasi dapat dilihat pada tabel 4.36. Pada tabel tersebut dapat dilihat bahwa jumlah selisih antara prediksi dengan realisasi sebesar 250,505,720,064 (250 miliar lebih), lebih kecil dibandingkan dengan selisih untuk jangka waktu prediksi 12 bulan. Apabila dipersentase, selisih prediksi dengan realisasi sebesar 2.03%.

Tabel 4.36. Selisih prediksi jangka waktu 9 bulan dan realisasi penerimaan tahun 2015

NO	JENIS PENERIMAAN	HASIL PREDIKSI 9 BULAN	REALISASI	SELISIH
1	PKB	4,801,041,495,446	4,911,629,320,175	110,587,824,729
2	BBNKB	3,596,033,703,773	3,534,090,028,065	61,943,675,708
3	PBBKB	2,228,525,335,149	2,201,522,361,438	27,002,973,711
4	PAP	32,310,679,127	30,116,623,824	2,194,055,303
5	RJU	2,391,450,299	2,849,623,430	458,173,131
6	PLL	17,314,704,851	20,893,981,150	3,579,276,299
7	PAJAK ROKOK	2,093,829,300,549	1,819,839,011,049	273,990,289,500
JUMLAH		12,771,446,669,195	12,520,940,949,131	250,505,720,064

Secara persentase lebih detail tiap jenis penerimaan, selisih antara prediksi dengan realisasi untuk jangka waktu prediksi 9 bulan dapat dilihat pada tabel 4.37. Pada tabel tersebut dapat dilihat bahwa selisih persentase yang kecil

ada pada penerimaan PKB, BBNKB, PBBKB, dan PAP, dimana selisih persentasenya kurang dari 10%. Sedangkan untuk penerimaan RJU, PLL, dan Pajak Rokok selisih persentasenya lebih dari 10%.

Tabel 4.37. Selisih persentase prediksi jangka waktu 9 bulan dan realisasi penerimaan tahun 2015

NO	JENIS PENERIMAAN	PROSEN PREDIKSI	PROSEN REALISASI	SELISIH PROSEN
1	PKB	100.02	102.33	2.30
2	BBNKB	97.19	95.52	1.67
3	PBBKB	101.30	100.07	1.23
4	PAP	110.28	102.79	7.49
5	RJU	109.70	130.72	21.02
6	PLL	99.51	120.08	20.57
7	PAJAK ROKOK	130.86	113.74	17.12
	JUMLAH	103.42	101.39	2.03

4.1.12.3 Uji coba jangka waktu prediksi 6 bulan

Perhitungan prediksi dilakukan pada tanggal 30 Juni 2015, untuk mendapatkan prediksi penerimaan PAD mulai dari bulan Juli sampai dengan Desember 2015. Pada tabel 4.38 dapat dilihat hasil uji coba penggunaan metode prediksi yang dipilih untuk jangka waktu prediksi 6 bulan. Ada tiga jenis penerimaan yang berada dalam kondisi waspada, yaitu penerimaan PKB, PBBKB, dan PBBKB. Selain jenis penerimaan tersebut, berada dalam kondisi tercapai.

Tabel 4.38. Prediksi Penerimaan PAD untuk jangka waktu prediksi 6 bulan pada tahun 2015

NO	JENIS PENERIMAAN	METODE	HASIL PREDIKSI 6 BULAN	TARGET	PROSEN PREDIKSI	KONDISI
1	PKB	Trend Analysis	4,808,019,784,971	4,800,000,000,000	100.17	Waspada
2	BBNKB	Rata-rata	3,673,927,328,923	3,700,000,000,000	99.30	Waspada
3	PBBKB	Winter Additive	2,191,377,927,977	2,200,000,000,000	99.61	Waspada
4	PAP	Trend Analysis	30,533,310,049	29,300,000,000	104.21	Tercapai

5	RJU	Single Exponential Smoothing	2,356,319,943	2,180,000,000	108.09	Tercapai
6	PLL	Winter Additive	19,744,115,647	17,400,000,000	113.47	Tercapai
7	PAJAK ROKOK	Winter Additive	2,392,801,780,523	1,600,000,000,000	149.55	Tercapai
JUMLAH			13,118,760,568,033	12,348,880,000,000	106.23	Tercapai

Selisih prediksi penerimaan untuk jangka waktu prediksi 6 bulan dengan realisasi dapat dilihat pada tabel 4.39. Pada tabel tersebut dapat diketahui bahwa jumlah selisihnya sebesar 597,819,618,902 (500 miliar lebih), hampir mendekati 600 juta. Jumlah tersebut apabila dipersentase menjadi sebesar 4.84%. Selisih tersebut lebih besar daripada jumlah selisih untuk prediksi dengan jangka waktu 12 bulan dan 9 bulan. Secara lebih detail selisih persentase tiap jenis penerimaan dapat dilihat pada tabel 4.40.

Tabel 4.39. Selisih prediksi jangka waktu 6 bulan dan realisasi penerimaan tahun 2015

NO	JENIS PENERIMAAN	HASIL PREDIKSI 9 BULAN	REALISASI	SELISIH
1	PKB	4,808,019,784,971	4,911,629,320,175	103,609,535,204
2	BBNKB	3,673,927,328,923	3,534,090,028,065	139,837,300,858
3	PBBKB	2,191,377,927,977	2,201,522,361,438	10,144,433,461
4	PAP	30,533,310,049	30,116,623,824	416,686,225
5	RJU	2,356,319,943	2,849,623,430	493,303,487
6	PLL	19,744,115,647	20,893,981,150	1,149,865,503
7	PAJAK ROKOK	2,392,801,780,523	1,819,839,011,049	572,962,769,474
JUMLAH		13,118,760,568,033	12,520,940,949,131	597,819,618,902

Tabel 4.40. Selisih persentase prediksi jangka waktu 6 bulan dan realisasi penerimaan tahun 2015

NO	JENIS PENERIMAAN	PROSEN PREDIKSI	PROSEN REALISASI	SELISIH PROSEN
1	PKB	100.17	102.33	2.16
2	BBNKB	99.30	95.52	3.78
3	PBBKB	99.61	100.07	0.46
4	PAP	104.21	102.79	1.42

5	RJU	108.09	130.72	22.63
6	PLL	113.47	120.08	6.61
7	PAJAK ROKOK	149.55	113.74	35.81
JUMLAH		106.23	101.39	4.84

4.1.12.4 Uji coba jangka waktu prediksi 3 bulan

Untuk mendapatkan prediksi selama 3 bulan kedepan sampai dengan akhir tahun, maka dilakukan perhitungan prediksi pada tanggal 30 September 2015. Tabel 4.41 menampilkan kondisi prediksi penerimaan PAD untuk jangka waktu prediksi 3 bulan. Pada tabel tersebut dapat diketahui bahwa sebagian besar penerimaan berada dalam kondisi tercapai, kecuali penerimaan BBNKB yang berada dalam kondisi tidak tercapai dan penerimaan PBBKB yang berada dalam kondisi waspada.

Tabel 4.41. Prediksi Penerimaan PAD untuk jangka waktu prediksi 3 bulan pada tahun 2015

NO	JENIS PENERIMAAN	METODE	HASIL PREDIKSI 9 BULAN	TARGET	PROSEN PREDIKSI	KONDISI
1	PKB	Winter Additive	4,953,388,527,867	4,800,000,000,000	103.20	Tercapai
2	BBNKB	Rata-rata	3,598,488,060,862	3,700,000,000,000	97.26	Tidak Tercapai
3	PBBKB	Winter Additive	2,205,177,884,643	2,200,000,000,000	100.24	Waspada
4	PAP	Single Exponential Smoothing	30,069,038,609	29,300,000,000	102.62	Tercapai
5	RJU	Winter Additive	2,953,325,385	2,180,000,000	135.47	Tercapai
6	PLL	Winter Additive	19,602,148,808	17,400,000,000	112.66	Tercapai
7	PAJAK ROKOK	Winter Additive	1,864,594,699,895	1,600,000,000,000	116.54	Tercapai
JUMLAH			12,674,273,686,070	12,348,880,000,000	102.64	Tercapai

Selisih prediksi penerimaan dalam jangka waktu 3 bulan dengan realisasi dapat dilihat pada tabel 4.42. Pada tabel tersebut dapat diketahui bahwa jumlah selisih antara prediksi dengan realisasi sebesar 153,332,736,939 (150 miliar lebih). Jumlah tersebut secara persentase sebesar 1.24%. Selisih tersebut lebih kecil daripada prediksi jangka waktu 12 bulan, 9 bulan, dan 6 bulan, karena telah

mendekati akhir tahun, sehingga jumlah realisasinya yang dihitung lebih banyak daripada jumlah prediksinya (hanya 3 bulan terakhir).

Tabel 4.42. Selisih prediksi jangka waktu 3 bulan dan realisasi penerimaan tahun 2015

NO	JENIS PENERIMAAN	HASIL PREDIKSI 9 BULAN	REALISASI	SELISIH
1	PKB	4,953,388,527,867	4,911,629,320,175	41,759,207,692
2	BBNKB	3,598,488,060,862	3,534,090,028,065	64,398,032,797
3	PBBKB	2,205,177,884,643	2,201,522,361,438	3,655,523,205
4	PAP	30,069,038,609	30,116,623,824	47,585,215
5	RJU	2,953,325,385	2,849,623,430	103,701,955
6	PLL	19,602,148,808	20,893,981,150	1,291,832,342
7	PAJAK ROKOK	1,864,594,699,895	1,819,839,011,049	44,755,688,846
JUMLAH		12,674,273,686,070	12,520,940,949,131	153,332,736,939

Tabel 4.43. Selisih persentase prediksi jangka waktu 3 bulan dan realisasi penerimaan tahun 2015

NO	JENIS PENERIMAAN	PROSEN PREDIKSI	PROSEN REALISASI	SELISIH PROSEN
1	PKB	103.20	0.87	0.87
2	BBNKB	97.26	1.74	1.74
3	PBBKB	100.24	0.17	0.17
4	PAP	102.62	0.16	0.16
5	RJU	135.47	4.76	4.76
6	PLL	112.66	7.42	7.42
7	PAJAK ROKOK	116.54	2.80	2.80
JUMLAH		102.64	101.39	1.24

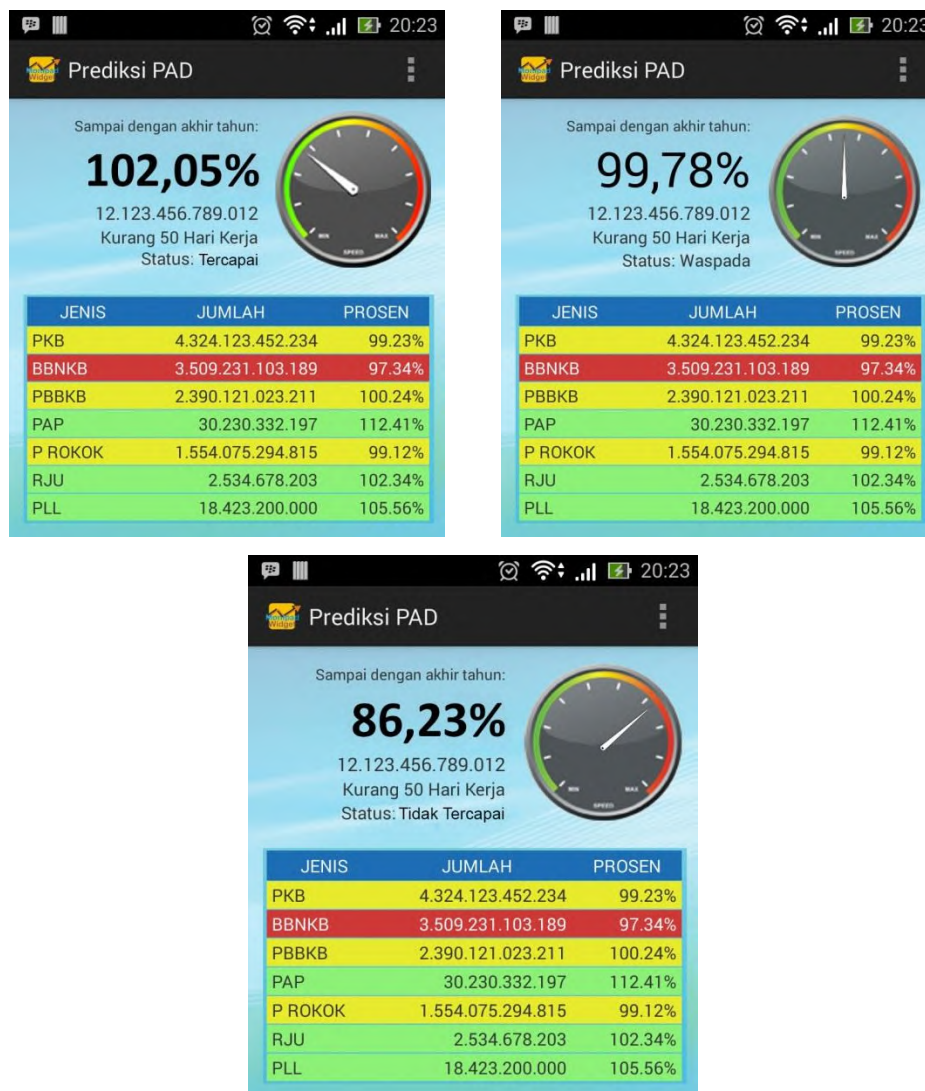
4.2 Pengembangan *Prototype*

Seperti yang sudah diulas pada bab sebelumnya, Pengguna sistem ini adalah Kepala Dinas Pendapatan Provinsi Jawa Timur (pejabat eselon II), Kepala Bidang, Sekretaris, dan Kepala Unit Pelaksana Teknis Dipenda Jatim (pejabat eselon III). Agar pengguna sistem ini dapat dengan mudah mengakses sistem ini dimanapun dan kapanpun, maka aplikasi yang digunakan langsung oleh pengguna

dalam sistem ini akan dibangun berbasiskan *mobile*, yang dapat dipasang di *smartphone* atau tablet.

4.2.1 Desain *Prototype* Awal

Desain tampilan / *Prototype* awal sistem peringatan dini pencapaian PAD Dinas Pendapatan Provinsi Jawa Timur (Dipenda Jatim) yang akan dibangun ditunjukkan pada gambar 4.32. Desain ini dirancang berdasarkan pengalaman penulis yang bekerja di Bidang Pengembangan Sistem Informasi dan Pengolahan Data Pendapatan Dinas Pendapatan Provinsi Jawa Timur, dimana pimpinan di Dinas Pendapatan Provinsi Jawa Timur biasanya meminta data penerimaan PAD secara global, dan per jenis penerimaan.



Gambar 4.32 Desain *Prototype* awal

Pada gambar 4.32, ada tiga desain tampilan aplikasi, yang masing-masing menunjukkan kondisi prediksi pada akhir tahun anggaran secara global/total. Kondisi prediksi ditampilkan dalam bentuk indikator (*speedometer*) dengan warna tertentu. Kondisi-kondisi tersebut yaitu:

- a. Tercapai, yaitu kondisi dimana prediksi penerimaan PAD pada akhir tahun anggaran akan tercapai sesuai dengan target yang ditetapkan, dengan kisaran persentase lebih dari 102%. Kondisi ini ditandai dengan warna hijau.
- b. Waspada, prediksi penerimaan PAD pada akhir tahun anggaran akan sangat tipis tercapai, dengan kisaran persentase kurang dari 102% sampai dengan 98%. Kondisi ini ditandai dengan warna kuning.
- c. Tidak tercapai, yang ditandai dengan warna merah. Apabila prediksi penerimaan PAD kurang dari 98% pada akhir tahun anggaran.

Pada speedometer, jika kondisi tercapai, maka jarum akan menunjuk ke warna hijau (ke kiri). Apabila kondisi waspada, maka jarum akan menunjuk ke warna kuning (ke tengah). Sedangkan kondisi tidak tercapai, maka jarum akan menunjuk ke warna merah (ke kanan).

Selain prediksi penerimaan dan kondisi global, juga terdapat prediksi dan kondisi per jenis penerimaan, di bawah speedometer yang ditampilkan dalam bentuk tabel. Warna yang terdapat dalam tabel prediksi per jenis penerimaan sama dengan warna pada prediksi global, yang menunjukkan kondisi yang sama.

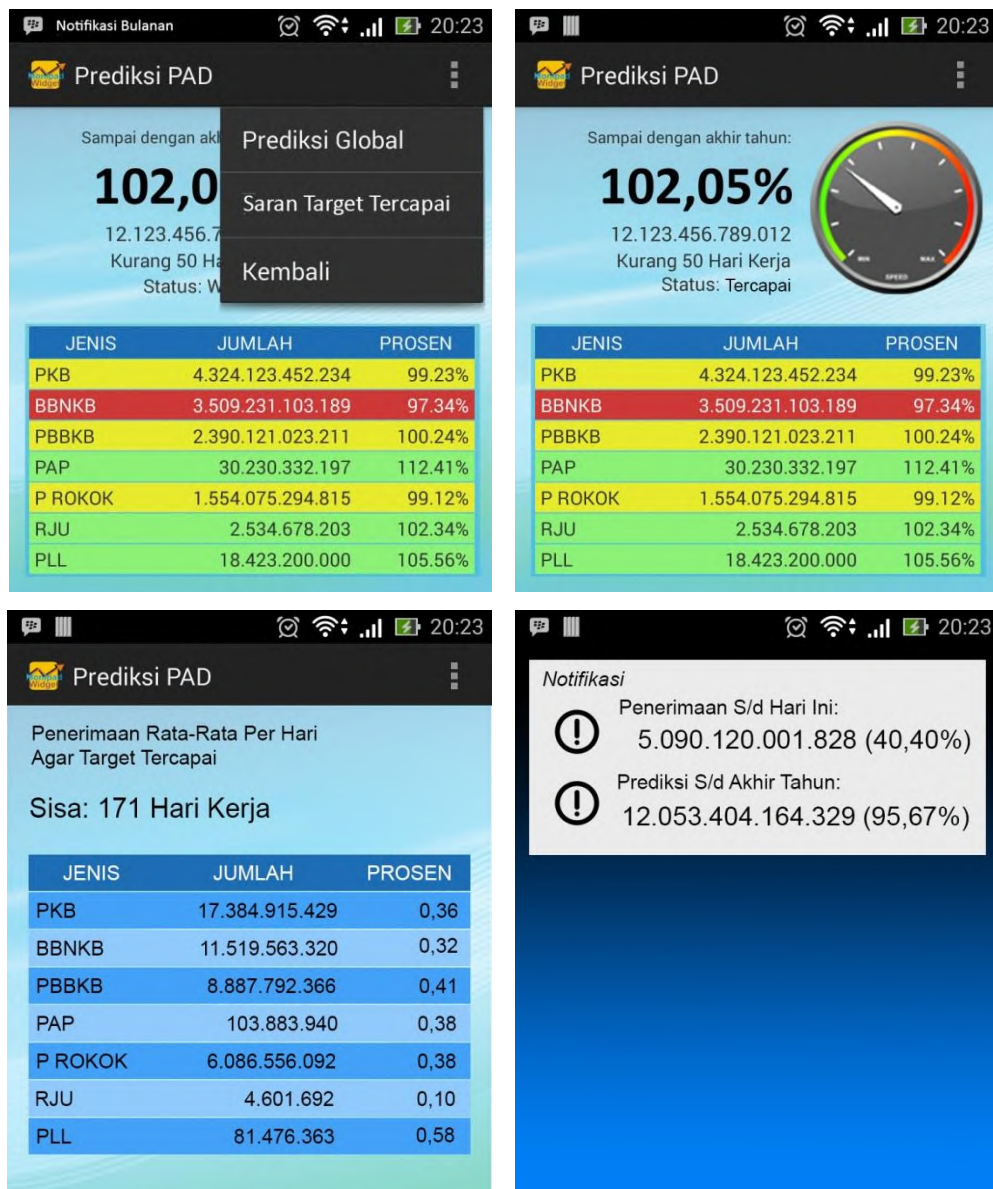
4.2.2 Desain Prototype Setelah Review Pengguna

Pengembangan *prototype* dilakukan berdasarkan hasil tinjauan (*review*) oleh pengguna terhadap desain *prototype* awal. Berikut ini daftar kebutuhan dari pengguna setelah melihat *prototype* awal:

- Sistem dapat menampilkan prediksi kondisi penerimaan PAD secara global dan tiap jenis penerimaan.

- Sistem dapat memberikan notifikasi yang menampilkan kondisi penerimaan saat ini dan prediksinya, terutama pada akhir bulan atau setiap triwulan.
- Sistem harus dapat memberikan saran tindakan yang harus dilakukan, berupa berapa banyak / persen yang harus didapat setiap hari agar akhir tahun dapat mencapai target.
- Informasi prediksi penerimaan PAD harus dapat dipantau dimanapun
- Data yang diinformasikan harus selalu terbaru (*update*)
- Sistem hanya dapat diakses oleh pengguna sistem, yaitu pejabat eselon II dan III

Dari daftar kebutuhan pengguna yang baru tersebut, kemudian dibuatkan desain *Prototype* yang baru, yang mencakup penambahan kebutuhan fungsional.



Gambar 4.33 Desain *Prototype* setelah mendapatkan *review* dari pengguna

Gambar 4.33 menunjukkan desain *Prototype* berdasarkan kebutuhan fungsional yang baru. Dalam gambar tersebut terdapat menu 'Saran Target Tercapai' untuk dapat melihat informasi PAD rata-rata yang harus diterima tiap hari agar target PAD tercapai. Selain itu terdapat notifikasi bulanan yang mengingatkan pengguna akan kondisi penerimaan PAD tiap bulan.

4.3 Pembangunan Sistem

Pembangunan sistem dilakukan dengan terlebih dahulu merinci spesifikasi kebutuhan sistem. Kemudian melakukan desain implementasi sistem

yaitu dengan menggambarkan diagram-diagram yang diperlukan berdasarkan *prototype* yang telah disetujui oleh pengguna. Pendekatan yang digunakan adalah analisa desain berorientasi obyek. Sehingga diagram-diagram yang digunakan antara lain *Use Case Diagram*, *Swimlane Diagram (Activity Diagram)*, *Class Diagram*, dan *Sequence Diagram*. Selain itu juga perlu untuk digambarkan diagram arsitektur sistem, untuk mengetahui perangkat keras dan layanan (*service*) yang dibutuhkan.

4.3.1 Spesifikasi Kebutuhan Fungsional dan Non Fungsional

Bagian ini akan menjelaskan kebutuhan fungsional dan kebutuhan non fungsional dari sistem yang akan dibangun. Kebutuhan fungsional merupakan kebutuhan fungsi dan utilitas sistem, sedangkan kebutuhan non fungsional merupakan kondisi yang dibutuhkan agar sistem berjalan dengan normal. Kebutuhan non fungsional tersebut meliputi: performance, usability, availability, dan sebagainya.

Berikut ini adalah deskripsi yang digunakan pada tabel deskripsi kebutuhan:

1. ReqID: pengkodean pada tiap kebutuhan untuk membedakan antara kebutuhan satu dengan yang lain, dengan spesifikasi sebagai berikut:
 - Karakter pertama: 'F' untuk fungsional, dan 'N' untuk non fungsional
 - Group karakter kedua: dua huruf untuk kategori ('GR' untuk kebutuhan umum, 'PR' untuk kebutuhan platform, 'PD' untuk kebutuhan prediksi).
 - Group karakter terakhir: 2 digit.
2. Deskripsi. Setiap kebutuhan memiliki deskripsi yang dapat diukur.
3. Prioritas. Setiap kebutuhan memiliki prioritas. Prioritas kebutuhan 'HARUS' adalah kebutuhan yang diimplementasikan. Sedangkan prioritas kebutuhan

‘PILIHAN’ adalah kebutuhan yang diimplementasikan apabila ada waktu yang memadai.

Selain kebutuhan fungsional dan non fungsional, juga terdapat kebutuhan umum dan kebutuhan platform. Kebutuhan umum adalah kebutuhan yang secara umum dimiliki oleh sistem. Sedangkan kebutuhan platform adalah kebutuhan lingkungan sistem atau teknologi yang dibutuhkan agar sistem dapat berjalan dengan baik.

Tabel 4.44 menjelaskan tentang kebutuhan umum dari sistem peringatan dini, sedangkan tabel 4.45 merinci daftar kebutuhan platform.

Tabel 4.44. Kebutuhan Umum (*General Requirement*)

ReqID	Deskripsi	Prioritas
FGR01	Pengguna berinteraksi dengan sistem menggunakan sentuhan jari pada <i>touch screen</i> di perangkat mobile	HARUS
FGR02	Setiap kali perangkat <i>mobile</i> (<i>smartphone</i> / tablet) melakukan permintaan data ke server harus dilakukan pengecekan terhadap perangkat tersebut, apakah telah terdaftar atau belum	HARUS

Tabel 4.45. Kebutuhan Platform (*Platform Requirement*)

ReqID	Deskripsi	Prioritas
FPR01	Perangkat <i>mobile</i> yang menjalankan aplikasi prediksi PAD memiliki sistem operasi Android 3.0 ke atas	HARUS
FPR02	Perangkat <i>mobile</i> terkoneksi dengan internet, dengan bandwidth minimal 128 Kbps	HARUS

4.3.4.1 Kebutuhan Fungsional

Daftar kebutuhan fungsional sistem secara rinci dapat dilihat pada tabel 4.46. Daftar kebutuhan fungsional tersebut sesuai dengan daftar kebutuhan sistem hasil dari review pengguna.

Tabel 4.46. Daftar Kebutuhan Fungsional

ReqID	Deskripsi	Prioritas
FPD01	Sistem dapat menampilkan prediksi kondisi penerimaan PAD secara global dan tiap jenis penerimaan.	HARUS
FPD02	Sistem dapat memberikan notifikasi yang menampilkan kondisi penerimaan saat ini dan prediksinya pada setiap akhir bulan	HARUS
FPD03	Sistem harus dapat memberikan saran tindakan yang harus dilakukan, berupa berapa banyak / persen yang harus didapat setiap hari agar akhir tahun dapat mencapai target	HARUS

4.3.4.2 Kebutuhan Non Fungsional

Daftar kebutuhan non fungsional sistem dapat dilihat di Tabel 4.47. Daftar kebutuhan non fungsional tersebut mencakup aspek kegunaan (*usability*), ketersediaan (*availability*), dan performa (*performance*).

Tabel 4.47. Daftar Kebutuhan Non Fungsional

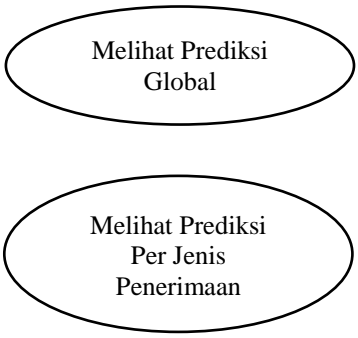


ReqID	Deskripsi	Prioritas
NPD01	Informasi prediksi penerimaan PAD harus dapat dipantau dimanapun	HARUS
NPD02	Data yang diinformasikan harus selalu terbaru (<i>update</i>)	HARUS
NPD03	Waktu respon untuk setiap permintaan data ke server maksimal 10 detik	HARUS

NPD04	Server dapat melayani 100 permintaan data secara bersamaan	HARUS
-------	--	-------

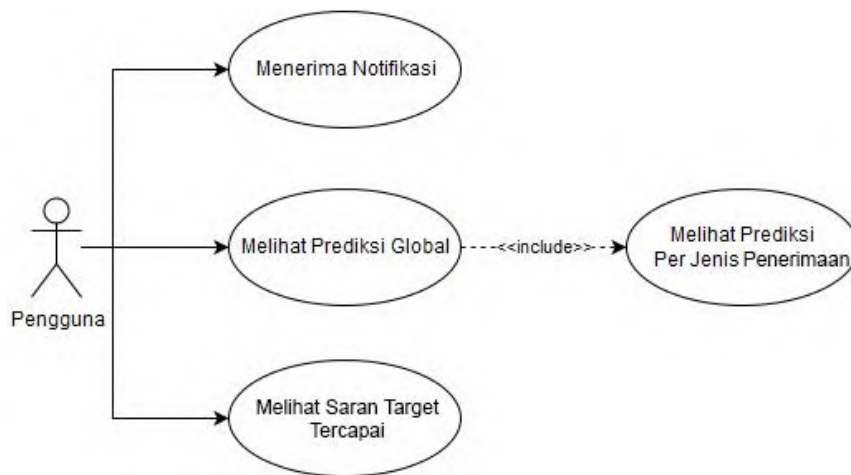
4.3.2 Use Case Diagram

Use Case diagram dibuat untuk mengetahui ruang lingkup sistem yang akan dibangun serta kemampuan utama yang dapat dilakukan oleh sistem. Use Case juga menggambarkan hal apa yang dapat dilakukan oleh seorang actor ketika ingin berinteraksi dengan sistem.

Tabel 4.48. Pemetaan antara kebutuhan fungsional sistem dengan *Use Case*

ReqID	Kebutuhan Fungsional	Use Case
FPD01	Sistem dapat menampilkan prediksi kondisi penerimaan PAD secara global dan tiap jenis penerimaan.	
FPD02	Sistem dapat memberikan notifikasi yang menampilkan kondisi penerimaan saat ini dan prediksinya, terutama pada akhir bulan atau setiap triwulan.	
FPD03	Sistem harus dapat memberikan saran tindakan yang harus dilakukan, berupa berapa banyak / persen yang harus didapat setiap hari agar akhir tahun dapat mencapai target	

Pada tabel 4.48 dapat dilihat pemetaan antara kebutuhan fungsional sistem dengan *Use Case*.



Gambar 4.34 Class Diagram Sistem Peringatan Dini

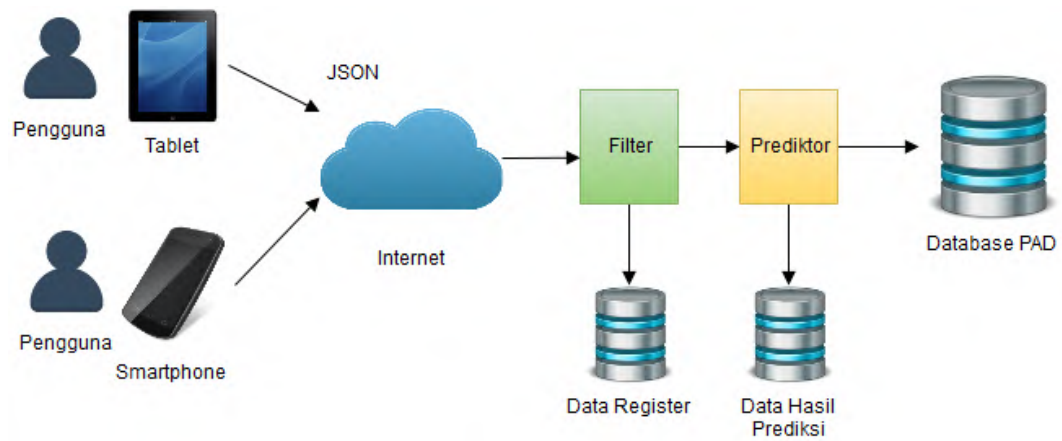
Hubungan antara Use Case dengan Actor dapat dilihat di Use Case Diagram pada gambar 4.34. Pada gambar 4.34 juga dapat dilihat bahwa Use Case Melihat Prediksi Global memiliki hubungan include dengan Use Case Melihat Prediksi Per Jenis Penerimaan, karena aktifitas melihat prediksi per jenis penerimaan dapat dilakukan pada saat melihat prediksi global.

4.3.3 Arsitektur Diagram

Gambar 4.35 menunjukkan diagram arsitektur sistem peringatan dini. Perangkat mobile seperti Smartphone dan komputer tablet dapat mengakses sistem peringatan dini melalui jaringan internet, dengan terlebih dahulu dipasang aplikasi dalam perangkat mobile tersebut yang bertugas untuk melakukan permintaan data ke Server Dipenda. Server Dipenda akan melakukan pengecekan terhadap setiap permintaan data dari perangkat mobile ke database Register. Kemudian akan mengambil data prediksi di Database PAD apabila perangkat mobile telah terdaftar.

Untuk implemementasi aplikasi yang terpasang perangkat mobile, digunakan aplikasi berbasis android. Sedangkan yang terpasang di Server Dipenda adalah aplikasi web service dengan bahasa pemrograman PHP. Komunikasi antara perangkat mobile dengan Server Dipenda menggunakan web service dengan format data yang dipertukarkan berupa JSON. Format tersebut lebih ringan

daripada format data lainnya, sehingga diharapkan pesan respon dari Server Dipenda lebih cepat ditangkap oleh perangkat mobile.



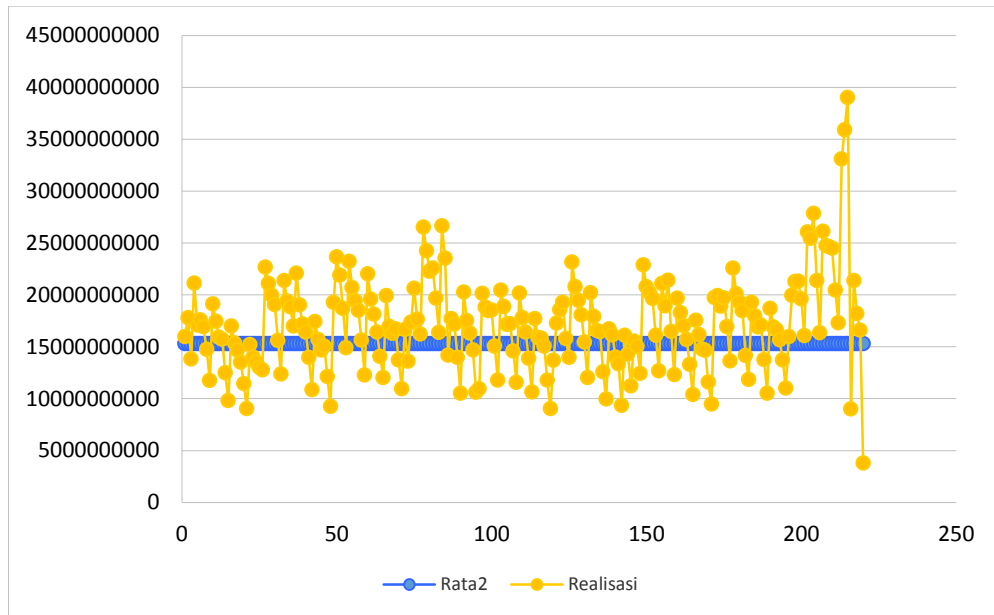
Gambar 4.35 Arsitektur Diagram sistem peringatan dini pencapaian PAD

LAMPIRAN

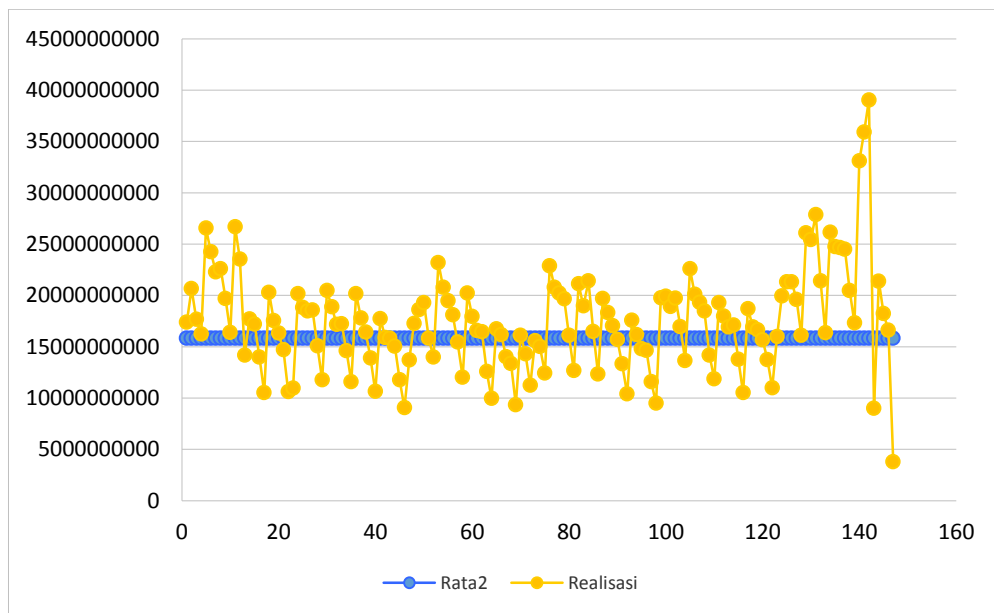
1. Data Penerimaan PKB Bulan Januari Tahun 2012

TANGGAL	JUMLAH	HARI	JENIS HARI
01/01/2012	195,000	Minggu	libur
02/01/2012	7,157,656,564	Senin	hari kerja
03/01/2012	8,707,599,658	Selasa	hari kerja
04/01/2012	9,248,133,703	Rabu	hari kerja
05/01/2012	9,918,617,173	Kamis	hari kerja
06/01/2012	7,735,821,402	Jumat	hari kerja
07/01/2012	7,528,470,156	Sabtu	hari kerja
08/01/2012	101,207,050	Minggu	libur
09/01/2012	10,387,182,650	Senin	hari kerja
10/01/2012	9,777,996,586	Selasa	hari kerja
11/01/2012	9,622,187,463	Rabu	hari kerja
12/01/2012	9,334,565,682	Kamis	hari kerja
13/01/2012	7,271,126,910	Jumat	hari kerja
14/01/2012	6,782,433,809	Sabtu	hari kerja
15/01/2012	115,052,150	Minggu	libur
16/01/2012	9,867,945,507	Senin	hari kerja
17/01/2012	9,351,735,449	Selasa	hari kerja
18/01/2012	8,954,715,138	Rabu	hari kerja
19/01/2012	8,419,232,855	Kamis	hari kerja
20/01/2012	7,114,386,420	Jumat	hari kerja
21/01/2012	6,894,197,680	Sabtu	hari kerja
22/01/2012	83,666,300	Minggu	libur
23/01/2012	372,000	Senin	libur
24/01/2012	10,380,872,087	Selasa	hari kerja
25/01/2012	9,447,138,281	Rabu	hari kerja
26/01/2012	8,959,243,340	Kamis	hari kerja
27/01/2012	7,705,047,537	Jumat	hari kerja
28/01/2012	6,494,889,843	Sabtu	hari kerja
29/01/2012	83,888,600	Minggu	libur
30/01/2012	8,510,913,706	Senin	hari kerja
31/01/2012	7,167,122,351	Selasa	hari kerja

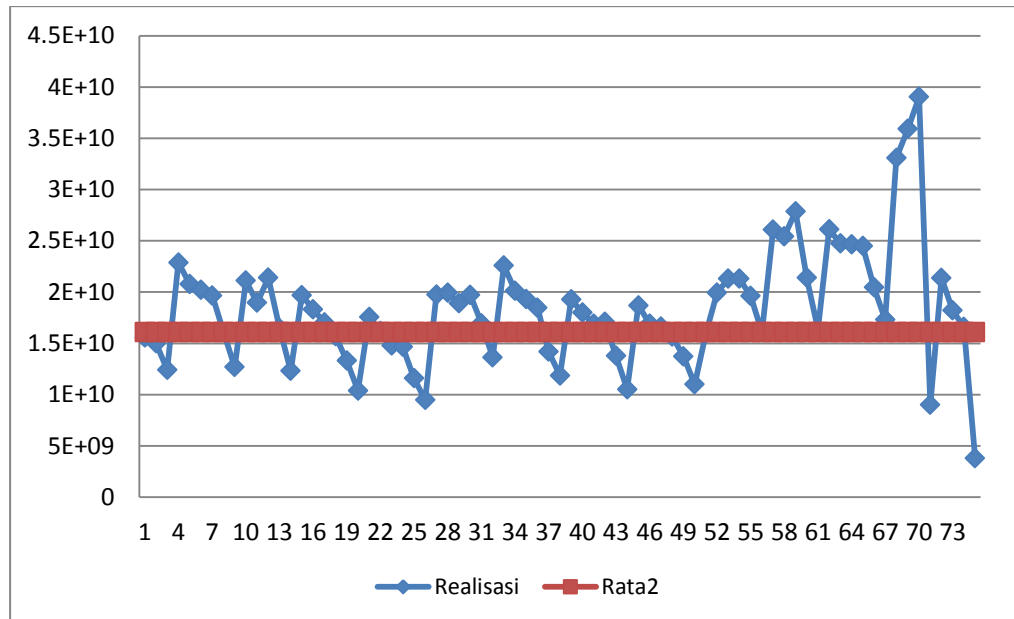
2. Grafik Prediksi Penerimaan PKB Menggunakan Metode Rata-Rata dengan Jangka Waktu Prediksi 9 bulan Pada Tahun 2015



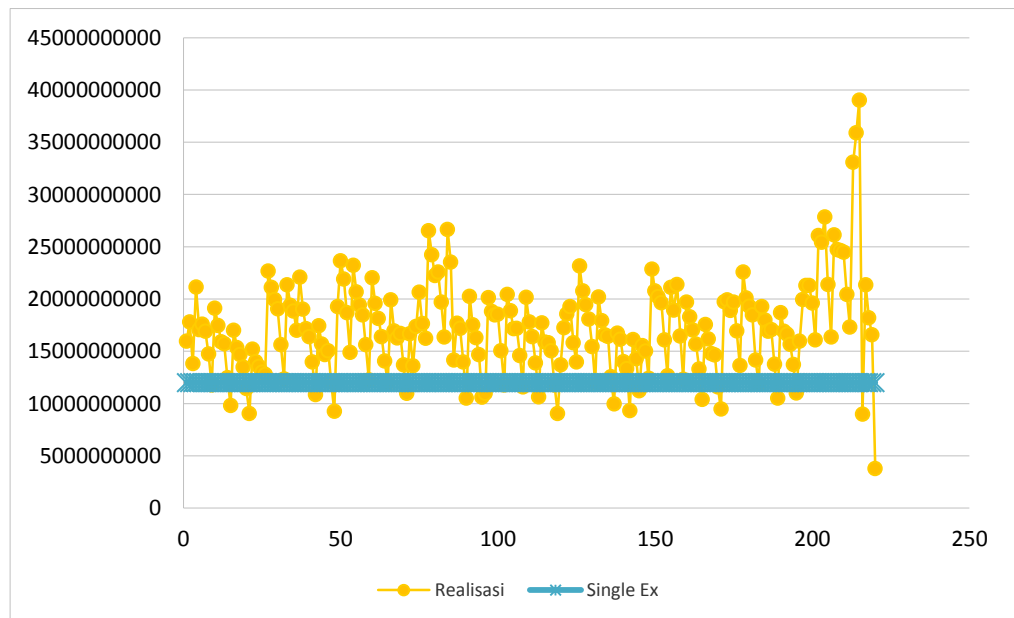
3. Grafik Prediksi Penerimaan PKB Menggunakan Metode Rata-Rata dengan Jangka Waktu Prediksi 6 bulan Pada Tahun 2015



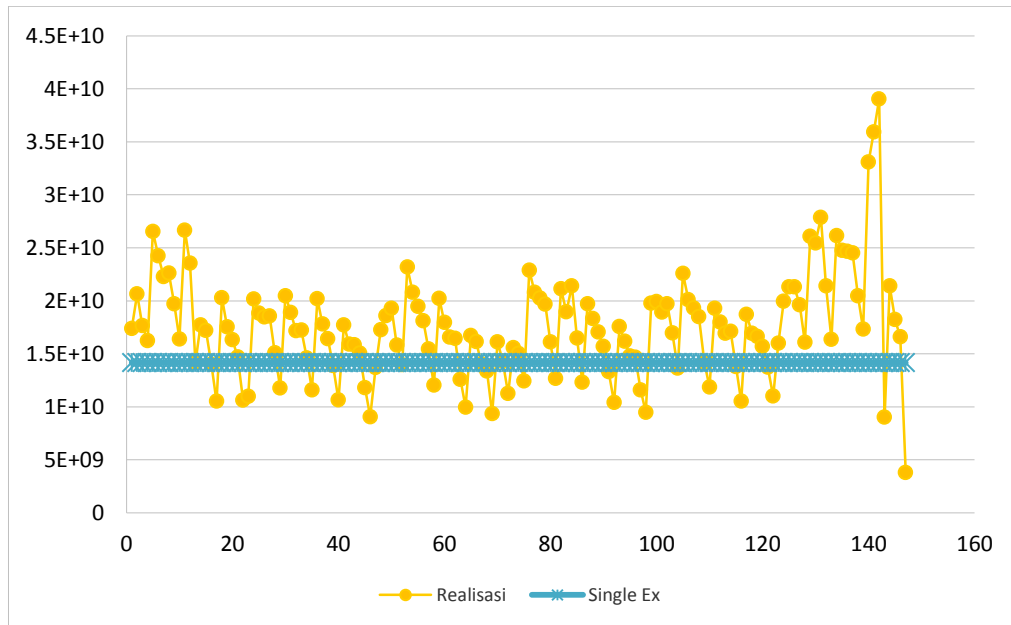
4. Grafik Prediksi Penerimaan PKB Menggunakan Metode Rata-Rata dengan Jangka Waktu Prediksi 3 bulan Pada Tahun 2015



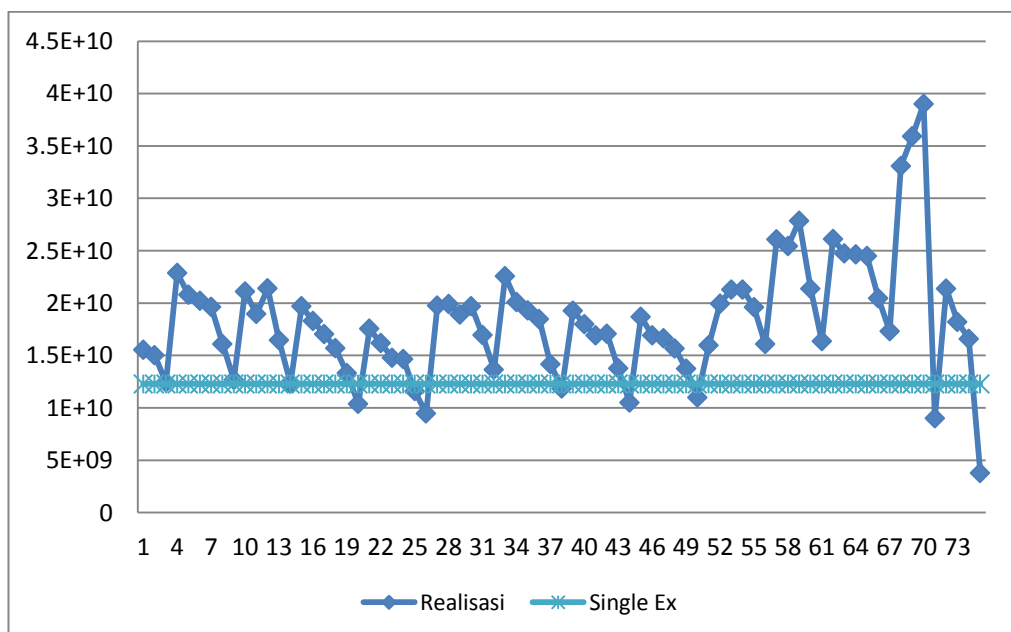
5. Grafik Prediksi Penerimaan PKB Menggunakan Metode Single Exponential Smoothing dengan Jangka Waktu Prediksi 9 bulan Pada Tahun 2015



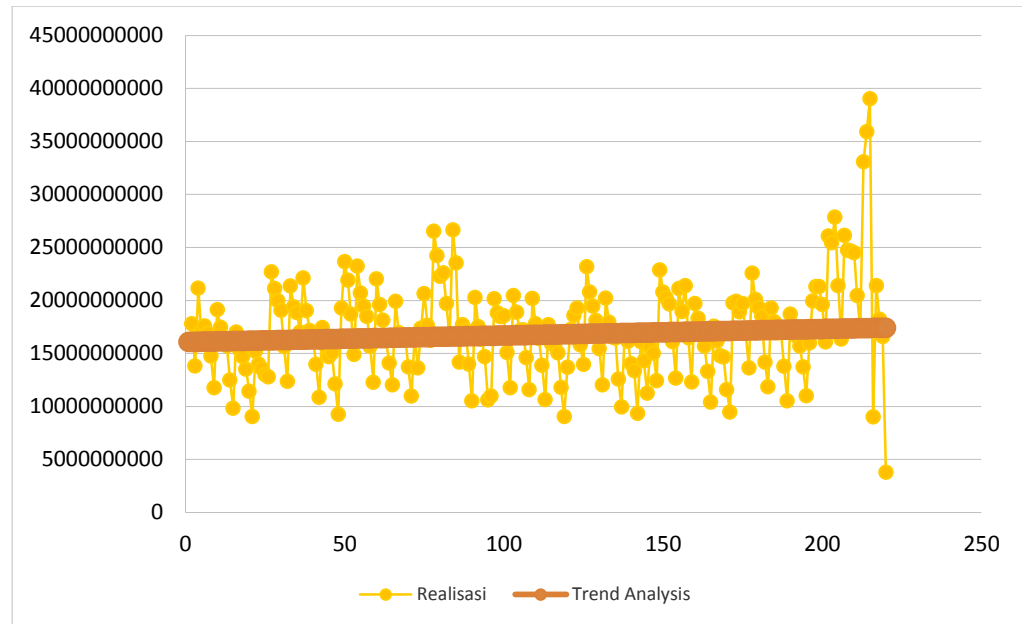
6. Grafik Prediksi Penerimaan PKB Menggunakan Metode Single Exponential Smoothing dengan Jangka Waktu Prediksi 6 bulan Pada Tahun 2015



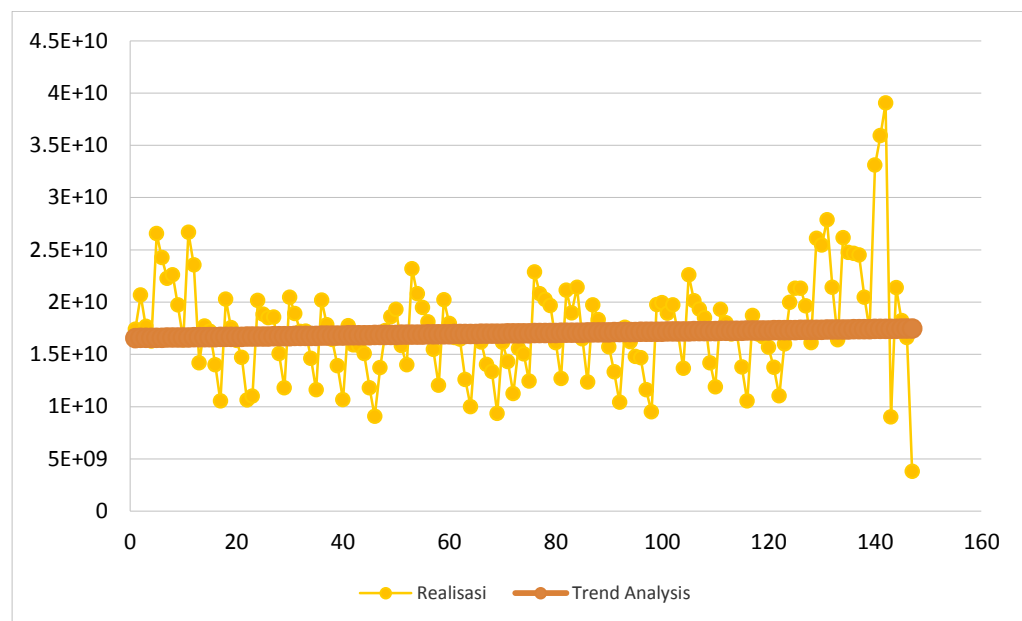
7. Grafik Prediksi Penerimaan PKB Menggunakan Metode Single Exponential Smoothing dengan Jangka Waktu Prediksi 3 bulan Pada Tahun 2015



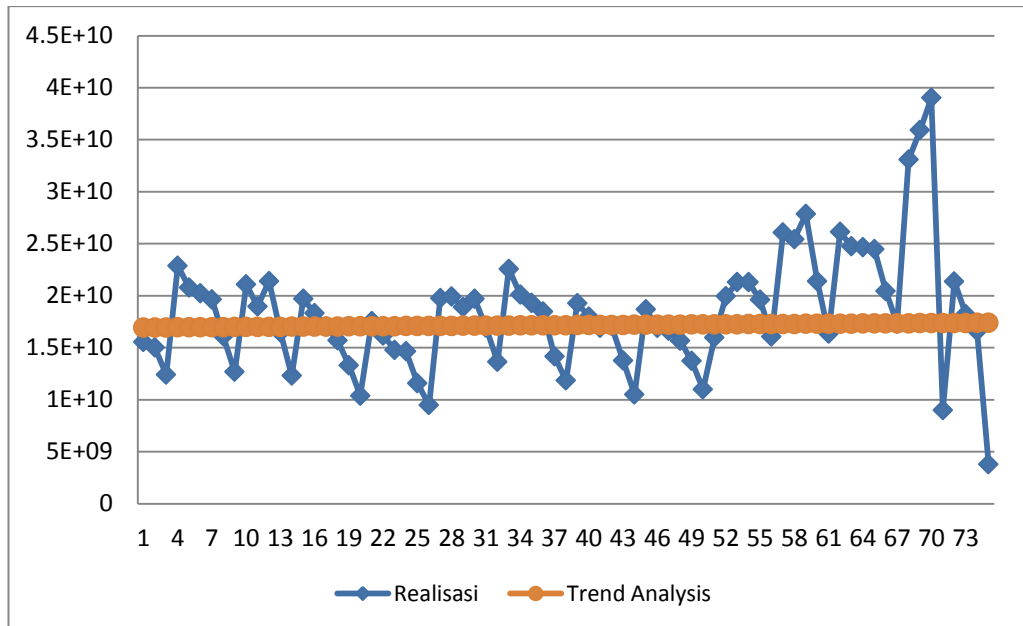
8. Grafik Prediksi Penerimaan PKB Menggunakan Metode Trend Analysis dengan Jangka Waktu Prediksi 9 bulan Pada Tahun 2015



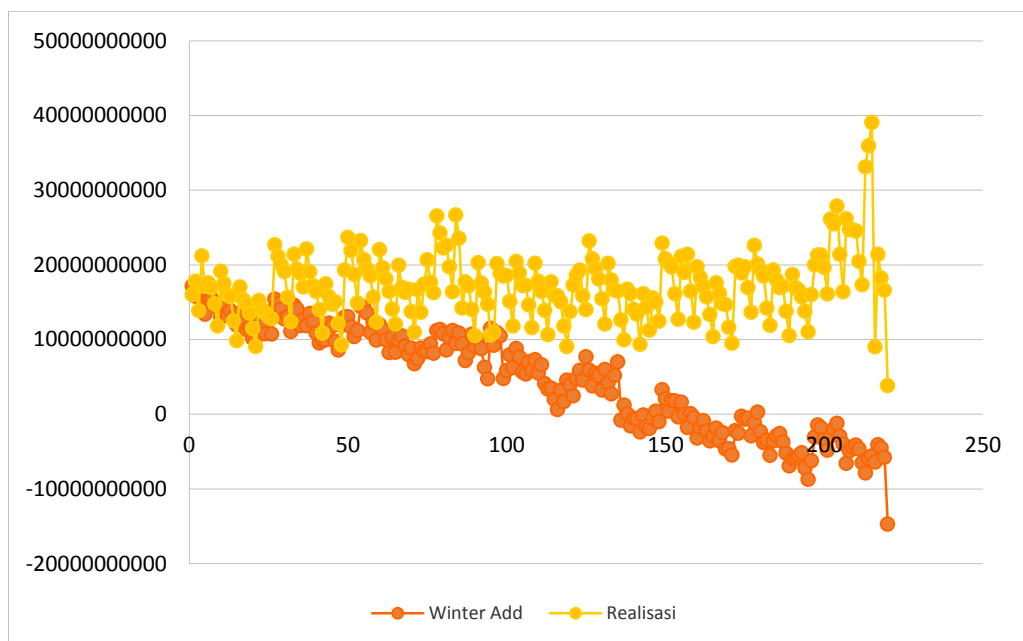
9. Grafik Prediksi Penerimaan PKB Menggunakan Metode Trend Analysis dengan Jangka Waktu Prediksi 6 bulan Pada Tahun 2015



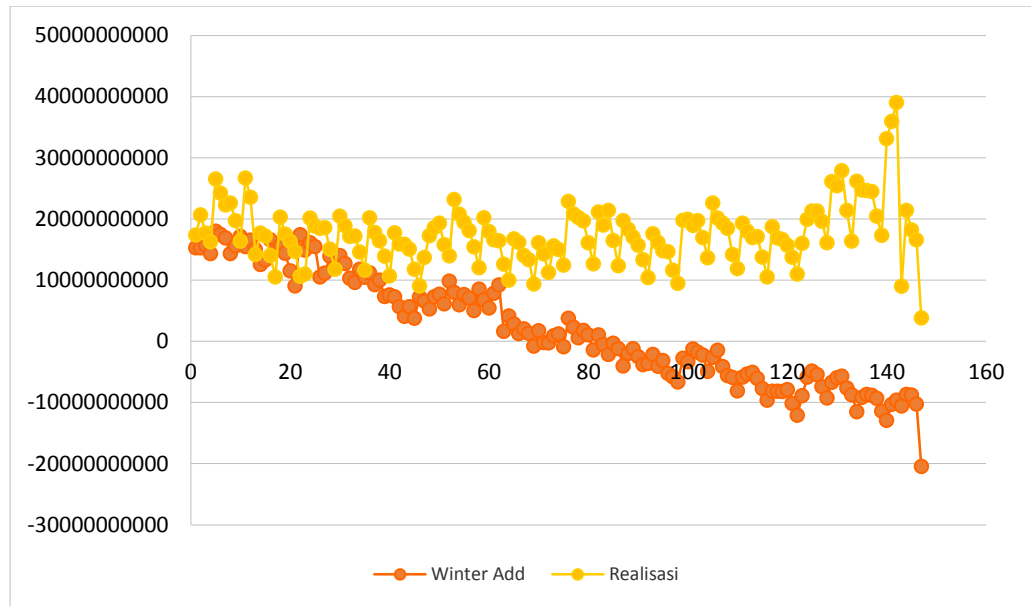
10. Grafik Prediksi Penerimaan PKB Menggunakan Metode Trend Analysis dengan Jangka Waktu Prediksi 3 bulan Pada Tahun 2015



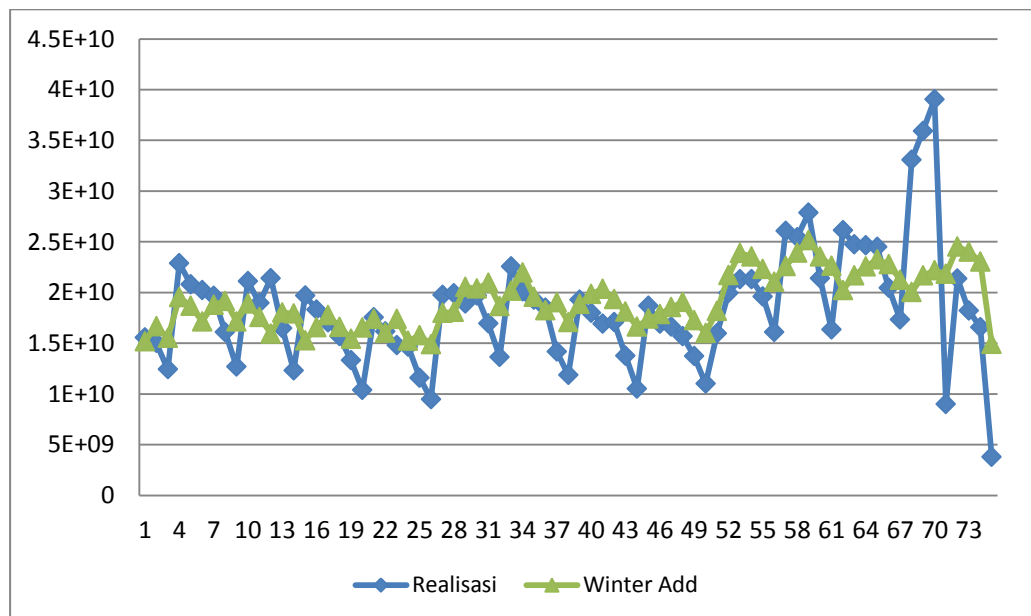
11. Grafik Prediksi Penerimaan PKB Menggunakan Metode Winter Additive dengan Jangka Waktu Prediksi 9 bulan Pada Tahun 2015



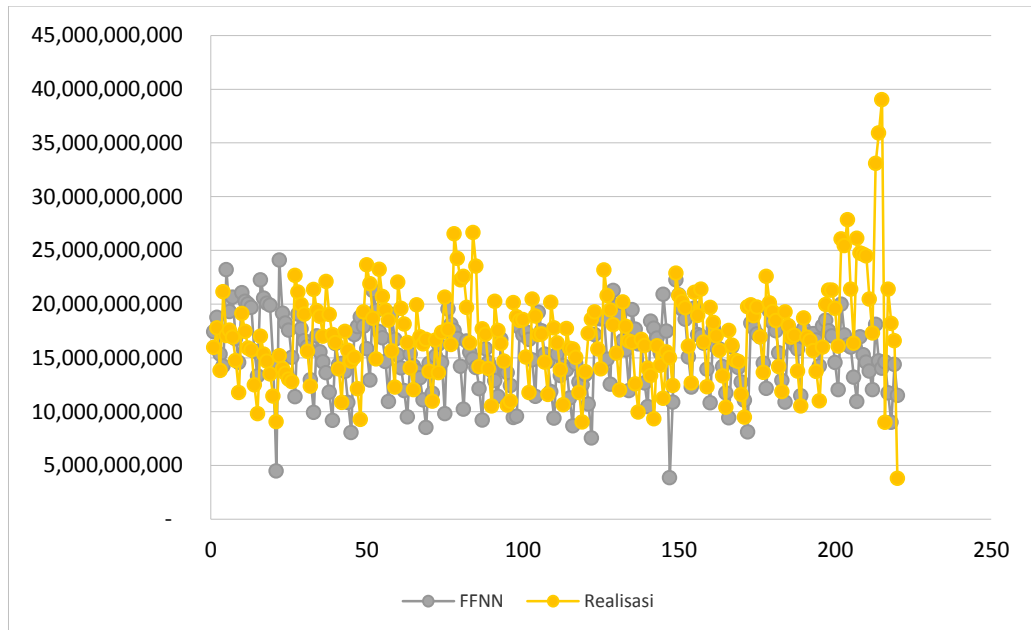
12. Grafik Prediksi Penerimaan PKB Menggunakan Metode Winter Additive dengan Jangka Waktu Prediksi 6 bulan Pada Tahun 2015



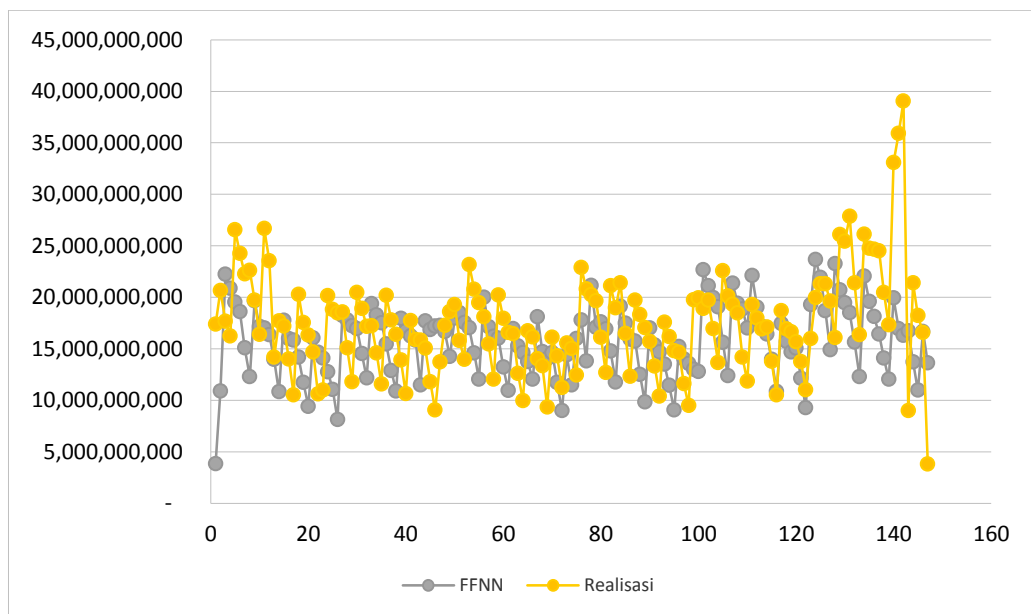
13. Grafik Prediksi Penerimaan PKB Menggunakan Metode Winter Additive dengan Jangka Waktu Prediksi 3 bulan Pada Tahun 2015



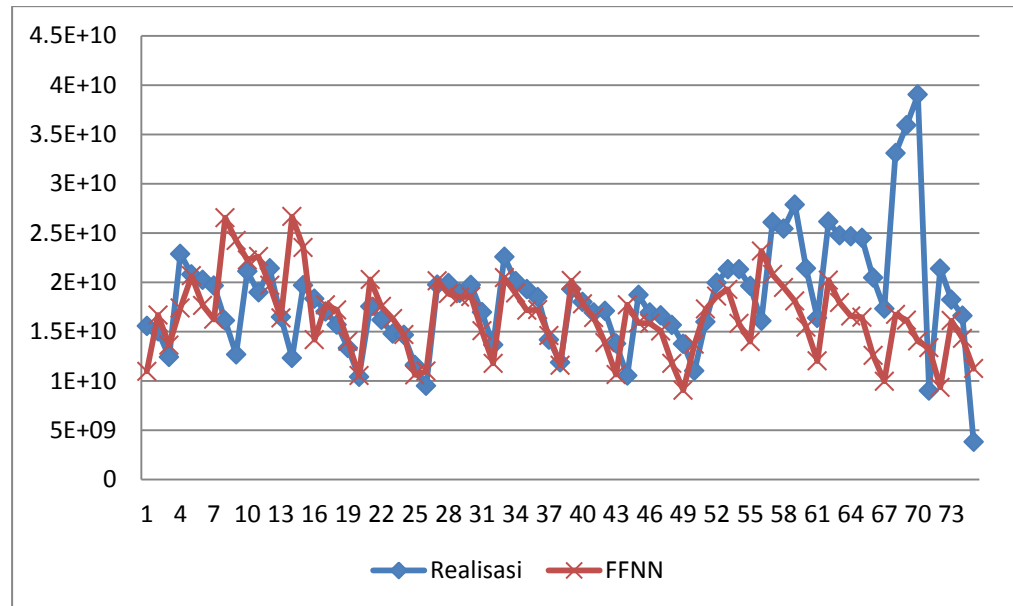
14. Grafik Prediksi Penerimaan PKB Menggunakan Metode FFNN dengan Jangka Waktu Prediksi 9 bulan Pada Tahun 2015



15. Grafik Prediksi Penerimaan PKB Menggunakan Metode FFNN dengan Jangka Waktu Prediksi 6 bulan Pada Tahun 2015



16. Grafik Prediksi Penerimaan PKB Menggunakan Metode FFNN dengan Jangka Waktu Prediksi 3 bulan Pada Tahun 2015



BAB 5

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Kesimpulan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Prediksi terhadap data PAD Dipenda Jatim yang berbentuk *time series* dimulai dengan melakukan pemilahan data berdasarkan jenis penerimaan PAD, yaitu: PKB, BBNKB, PBBKB, PAP, Pajak Rokok, RJU, dan PLL.
2. Untuk PKB dan BBNKB yang digunakan sebagai bahan untuk melakukan prediksi adalah data penerimaan harian, sedangkan PBBKB, PAP, RJU, dan PLL yang diambil adalah data penerimaan bulanan. Khusus untuk data PKB, data penerimaan harian pada hari kerja saja yang digunakan, untuk mengurangi *outlier* data.
3. Masing-masing jenis penerimaan tersebut dilihat karakteristik datanya terlebih dahulu, baru kemudian dihitung nilai kesalahannya (MAD, MSD, dan RMSE) dan dibandingkan nilai kesalahan antar metode prediksi. Metode prediksi yang memiliki nilai kesalahan terkecil yang dipilih sebagai metode prediksi dalam sistem peringatan dini.
4. Masing-masing jenis penerimaan memiliki metode prediksi yang berbeda berdasarkan perhitungan nilai kesalahan yang paling kecil. Sehingga tidak ada satu metode prediksi yang dapat digunakan untuk memprediksi semua jenis data.
5. Metode prediksi sederhana (seperti: *rata-rata*, *Trend Analysis*, dan *Single Exponential Smoothing*) pada data penerimaan tertentu (BBNKB dan PAP) menghasilkan prediksi yang lebih baik dari pada metode prediksi yang kompleks (seperti: *Winter Additive* dan *Feed Forward Neural Network*).

6. Metode ARIMA tidak dapat digunakan untuk melakukan prediksi pada Sistem Peringatan Dini karena masih membutuhkan analisis secara visual.
7. Dengan memilih data penerimaan hanya pada saat hari kerja pada jenis penerimaan PKB menghasilkan prediksi yang lebih baik apabila dibandingkan dengan data penerimaan di semua hari.
8. Jangka waktu prediksi mempengaruhi besarnya nilai kesalahan pada metode prediksi, sehingga dengan jangka waktu prediksi yang berbeda, metode prediksi yang digunakan juga berbeda.
9. Metode prediksi dengan nilai kesalahan terkecil pada penerimaan PKB adalah *Trend Analysis* untuk jangka waktu prediksi 12 bulan, 9 bulan, dan 6 bulan. Sedangkan untuk jangka waktu prediksi 3 bulan menggunakan metode *Winter Additive*.
10. Pada penerimaan BBNKB, metode prediksi dengan nilai kesalahan terkecil adalah metode rata-rata, untuk jangka waktu penerimaan 12 bulan, 9 bulan, dan 6 bulan. Sedangkan untuk jangka waktu prediksi 3 bulan menggunakan metode *Single Exponential Smoothing*.
11. Pada penerimaan PBBKB, metode prediksi dengan nilai kesalahan terkecil adalah metode *Winter Additive*, untuk jangka waktu penerimaan 9 bulan, 6 bulan, dan 3 bulan. Sedangkan untuk jangka waktu prediksi 12 bulan menggunakan metode *Single Exponential Smoothing*.
12. Pada penerimaan PLL, metode prediksi dengan nilai kesalahan terkecil adalah metode *Winter Additive*, untuk jangka waktu penerimaan 9 bulan, 6 bulan, dan 3 bulan. Sedangkan untuk jangka waktu prediksi 12 bulan menggunakan metode rata-rata.
13. Pada penerimaan PAP, metode prediksi dengan nilai kesalahan terkecil adalah metode *Trend Analysis*, untuk jangka waktu penerimaan 9 bulan dan 6 bulan. Sedangkan untuk jangka waktu prediksi 12 bulan dan 3 bulan masing-masing menggunakan metode rata-rata dan *Single Exponential Smoothing*.

14. Pada penerimaan RJU, metode prediksi dengan nilai kesalahan terkecil adalah metode *Single Exponential Smoothing*, untuk jangka waktu penerimaan 12 bulan dan 6 bulan. Sedangkan untuk jangka waktu prediksi 9 bulan dan 3 bulan menggunakan metode *Winter Additive*.
15. Pada penerimaan Pajak Rokok, metode prediksi dengan nilai kesalahan terkecil adalah metode *Winter Additive*, untuk jangka waktu penerimaan 12 bulan, 9 bulan, dan 3 bulan. Sedangkan untuk jangka waktu prediksi 6 bulan menggunakan metode rata-rata.

5.2 Saran

Saran dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Data penerimaan PAD yang digunakan untuk data training sebaiknya diperbanyak, agar model yang dihasilkan oleh metode prediksi menjadi lebih baik, dan hasil prediksinyapun juga menjadi lebih baik.
2. Perlu dicoba metode prediksi dengan model kausal, seperti Regresi, dengan menambahkan data pendukung yang mempengaruhi penerimaan PAD, seperti: pertumbuhan ekonomi, jumlah kendaraan bermotor, dan sebagainya.
3. Dari hasil uji coba perhitungan prediksi pada tahun 2015, didapatkan bahwa pada jangka waktu prediksi 9 dan 3 bulan penerimaan BBNKB dalam kondisi tidak tercapai. Sedangkan pada jangka waktu prediksi 12 bulan penerimaan Pajak Rokok yang tidak tercapai. Untuk itu perlu dilakukan kebijakan khusus agar kedua jenis penerimaan ini dapat tercapai di tahun berikutnya.

DAFTAR PUSTAKA

- Adhikari, R. dan Agrawal, R. K. (2013), *An Introductory Study on Time Series Modeling and Forecasting*, LAP LAMBERT Academic Publishing.
- Ai, The Jin. (1999), “Optimasi prediksi pemulusan eksponensial satu parameter dengan menggunakan algoritma non-linear programming”, *Jurnal Teknologi Industri* 3(3): hal.139-148.
- Jumingan. (2009), *Studi Kelayakan Bisnis – Teori dan pembuatan Proposal Kelayakan*, Bumi Aksara, Jakarta.
- Lusia, Dwi Ayu. (2013), *Peramalan Ensemble Untuk Curah Hujan di Indonesia Berdasarkan Dua Level ARIMAX-NN*, Tesis Jurusan Statistika. Intitut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya.
- Neumann, Petra. (2004), *Prototyping*, Topic Report, 16 Maret 2015, pages.cpsc.ucalgary.ca/~saul/pmwiki/uploads/Main/topic-neumann.pdf
- Nugroho, Adi. (2005), *Analisis dan Perancangan Sistem Informasi dengan Metodologi Berorientasi Objek*, (Edisi Revisi), Informatika. Bandung.
- Pressman, Roger. S. (2010), *Software Engineering: A Practitioner’s Approach*, Seventh Edition, Mc Graw Hill.
- Shalahuddin. (2006), *Pemrograman J2ME (Belajar Cepat Pemrograman Perangkat Telekomunikasi Mobile)*, Bandung.
- Siang, Jong Jek. (2009), *Jaringan Syaraf Tiruan dan Pemrogramannya Menggunakan MATLAB*, Edisi ke-2, ANDI, Yogyakarta.
- Suhartono. (2007), *Feedforward Neural Networks untuk Pemodelan Runtun Waktu*, Disertasi Jurusan Matematika, Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.

BIODATA PENULIS



Penulis lahir di Surabaya, 21 Juni 1986. Menyelesaikan semua pendidikan formal sampai tingkat atas di kota pahlawan, Surabaya. Mulai dari SDN Margorejo VII, SMPN 13, dan SMAN 16 Surabaya. Setelah lulus dari SMA pada tahun 2004, penulis melanjutkan studi S1 di jurusan Teknik Informatika ITS Surabaya dan lulus pada tahun 2009, dengan mengambil bidang minat Rekayasa Perangkat Lunak (*Software Engineering*). Pada tahun 2013 penulis melanjutkan S2 di Magister Manajemen Teknik ITS mengambil bidang minat Manajemen Teknologi Informasi.

Saat ini penulis bekerja di Dinas Pendapatan Provinsi Jawa Timur sebagai staf Bidang Pengembangan Sistem Informasi dan Pengolahan Data Pendapatan (PSI & PDP) sejak tahun 2010. Aktifitas di luar pekerjaan, penulis mendirikan Sanggar dan Taman Baca Lengger yaitu komunitas bermain dan belajar di Surabaya agar anak-anak kota Surabaya dapat dengan mudah mengakses buku dan belajar bersama. Penulis dapat dihubungi di nurvanindrapraja@gmail.com atau praja@dipendajatim.go.id.